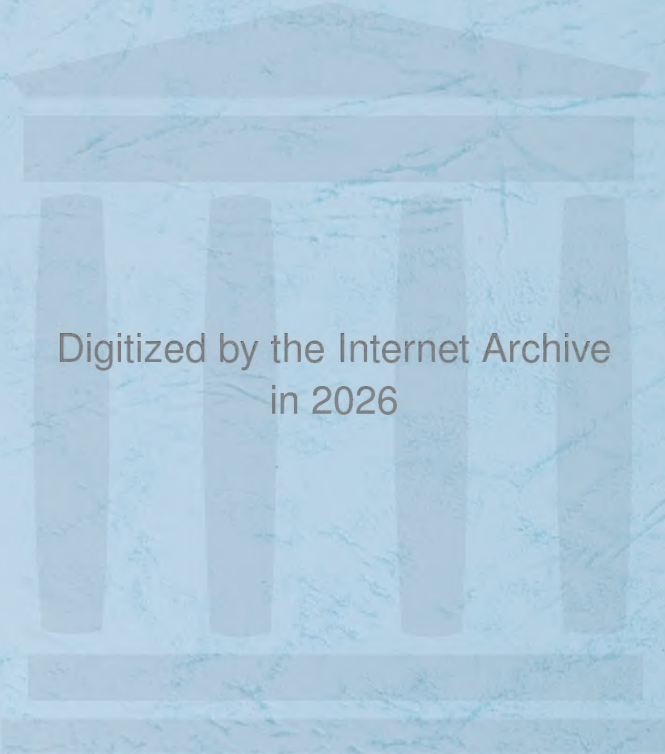


Alfred Holler

**Die Ermittlung der optimalen
Nutzungsdauer von Anlagen**

1962



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555417_0012

Die Ermittlung der optimalen Nutzungsdauer von Anlagen

Inauguraldissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades

eines

DOKTORS DER WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN

der

Rechts- und Staatswissenschaftlichen Fakultät

der

Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster

Vorgelegt von

Dipl.-Kfm. Alfred Holler

aus Münster i. W.

1962



1. Berichterstatter: Prof. Dr. Helmut Koch

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Ludwig Pack

Dekan: Prof. Dr. Dr. Rudolf Lukes

Tag der mündlichen Prüfung: 15. Februar 1962

G l i e d e r u n g

<u>T e i l I</u>	Seite
Einleitung	1
Vorbemerkungen	1
§ 1: Problemstellung	2
A. Begriffsbestimmung	2
1. Der Begriff "Anlagegegenstand"	2
2. Der Begriff "Nutzungsdauer"	4
B. Einordnung des Problems	4
C. Präzisierung des Problems	6
§ 2: Die Ausgangsposition der Untersuchung	9
§ 3: Untersuchungsgang	12
 <u>T e i l II</u>	
Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Annahme stationärer Bedingungen im Zeitablauf	13
K a p i t e l I	
Der bisherige Lösungsvorschlag zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer	13
§ 1: Darstellung des bisherigen Lösungsvorschlages	13
A. Der Fall der einmaligen Investition	15
B. Die zu wiederholende Investition	17
§ 2: Kritik	18
K a p i t e l II	
Lösungsvorschlag zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer anhand eines statischen Modells	32
Vorbemerkungen	32
§ 1: Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einer Anlage vom Typ A	32
A. Die Prämissen des Grundmodells	32
B. Analyse der einzelnen Kostenarten	33
1. Die anteiligen Anschaffungsausgaben	33
2. Die Zinsen	34
3. Die Reparaturkosten	37
C. Die Optimumbestimmung	42

§ 2: Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einer Anlage vom Typ B	Seite 48
A. Analyse der in die Optimumbestimmung einmündenden Größen	48
B. Die Optimumbestimmung	52
§ 3: Zusammenfassung	56

T e i l I I I

Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einer Anlage unter Berücksichtigung der fehlenden Voraussicht hinsichtlich der sich im Zeitablauf ändernden Entscheidungskomponenten

Vorbemerkungen	58
K a p i t e l I	
Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einer Anlage durch eine Folge von Korrekturplanungen	59
§ 1: Einführung	59
§ 2: Darstellung des bisherigen Lösungsansatzes	60
§ 3: Kritik	64
A. Die Einengung des Problems durch die Bildung unvollständiger Alternativen	64
B. Die fehlende Berücksichtigung der Veränderung des Kapitalbedarfs	67
C. Lösungsvorschlag anhand eines Beispiels	70
I. Analyse der in die Rechnung einzubeziehenden Größen	70
II. Die Optimumbestimmung	71
a) Die Kosten bei Wahl alternativer Umstellungszeitpunkte	71
b) Die Erträge bei Wahl alternativer Umstellungszeitpunkte	72
§ 4: Zusammenfassung	75

K a p i t e l I I

Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einer Anlage durch Einbeziehung einer dynamischen Entscheidungskomponenten

	Seite
Vorbemerkungen	78
§ 1: Darstellung der Methode Terborghs	79
A. Die Problemstellung Terborghs	79
B. Die Lösung Terborghs	80
§ 2: Der Gültigkeitsbereich der Theorie Terborghs	88
§ 3: Kritik	90
§ 4: Zusammenfassung	92
K a p i t e l III	
Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der Ungewißheit hinsichtlich der sich im Zeitablauf ändernden Daten	95
§ 1: Einführung (Das Grundprinzip der Entscheidung unter Ungewißheit)	95
§ 2: Die Interpretation des Gewinnmaximierungsprinzips und der Bedingung der Wohlstandsgewißheit	99
§ 3: Die Verifizierung des Prinzips der Gewinnmaximierung bei der Entscheidung über die zu realisierende Nutzungsdauer	100
Vorbemerkungen	100
A. Die Planung der optimalen Nutzungsdauer, die auf der Grundlage langfristiger Prognosen der Entscheidungskomponenten vorzunehmen ist	101
I. Die Möglichkeiten und Grenzen der langfristigen Prognose der Entscheidungskomponenten	101
a) Die Prognose der Reparaturkosten	101
b) Die Prognose der zukünftig langfristig zu realisierenden Absatzmenge	102
c) Die langfristige Prognose der zukünftigen Absatz- und Beschaffungspreise	105
d) Die langfristige Prognose des zukünftigen technischen Fortschritts	106
II. Die Konsequenzen, die sich aus dem Ergebnis der langfristigen Prognose der Entscheidungskomponenten für die Planung der optimalen Nutzungsdauer ergeben	108

	Seite
Exkurs: Möglichkeiten und Grenzen der Aufstellung von Prognosen unter Berücksichtigung der Ungewißheit	109
III. Die Ergänzung der ursprünglichen Planung durch eine Planung auf der Grundlage von Prognosen der Entscheidungskomponenten bis zum ökonomischen Horizont	115
a) Die Methode der mittelfristigen Planung	117
b) Abwandlungen der Methode der mittelfristigen Planung	118
1. Die Ermittlung der "kritischen Nutzungsdauer"	118
2. Die Amortisationsrechnung	120
IV. Zusammenfassung	123
B. Die Planung der optimalen Nutzungsdauer, die auf der Grundlage einer mittelfristigen Prognose der Entscheidungskomponenten vorzunehmen ist	124
I. Die Prognose der Entscheidungskomponenten	124
II. Das Verfahren der Entscheidung	127
§ 4: Die Verifizierung der Bedingung der Gewinnsicherheit bei Entscheidungen über die optimale Nutzungsdauer	133
A. Die Notwendigkeit der Berücksichtigung der Sicherheitsbedingung bei der Entscheidung über einzelne Unternehmungsvariable	133
B. Die Verifizierung der Bedingung der Gewinnsicherheit im Rahmen der Planung der Nutzungsdauer	134
Schlusbemerkungen	141
Literaturverzeichnis	142
Lebenslauf	146

Teil I: Einleitung

Vorbemerkungen

In der wirtschaftswissenschaftlichen Diskussion nimmt seit jeher, vornehmlich aber in neuerer Zeit, die Behandlung investitionstheoretischer Probleme einen breiten Raum ein. Der Grund für die Intensität dieser Diskussion liegt darin, daß den unternehmerischen Investitionsentscheidungen sowohl unter gesamtwirtschaftlichem Aspekt als auch im Rahmen der Unternehmungspolitik ein besonderes Gewicht zukommt.

Im Vordergrund der Diskussion stand zunächst die Untersuchung des Einflusses der unternehmerischen Entscheidungen auf gesamtwirtschaftliche Größen¹⁾.

Die Bedeutung der unternehmerischen Investitionen für die Beschäftigung und das Wachstum der Gesamtwirtschaft war wiederum Anlaß, die Motive und Gesichtspunkte, die den Unternehmer zur Vornahme von Investitionen bewegen, näher zu analysieren.

Die Untersuchung investitionstheoretischer Probleme unter spezifisch unternehmungspolitischen Aspekt wurde durch die zunehmende Mechanisierung der industriellen Produktion angeregt; insbesondere in den letzten Jahren erfuhr diese Diskussion eine weitere Vertiefung und eine Reihe neuer Impulse. Die Bedeutung der Anlagenpolitik - so soll hier einmal die Summe der Entscheidungen der Unternehmungsleitung über Investition und Nutzung von Anlagen genannt werden - mag die Tatsache unterstreichen, daß im Durchschnitt der Jahre 1953 - 1957 47 % des Gesamtvermögens der Aktiengesellschaften der produzierenden Gewerbe auf das Sachanlagevermögen entfiel²⁾.

- 1) Die Entwicklung des Akzelerationsprinzips von Clark im Jahre 1917 (Clark, H.M., Business Acceleration and the Law of Demand; A Technical Taxtor in Economic-Cycles, in: The Journal of Political Economy, Jg. 1917, S. 217 ff.) kann als Ausgangspunkt angesehen werden, während die Intensivierung dieser Auseinandersetzung erst das Erscheinen von J.M. Keynes' General Theory of Employment, Interest and Money (London 1936) auslöste.
- 2) Im einzelnen ergeben sich für die jeweiligen Jahre folgende Prozentzahlen: 1953: 46 %; 1954: 49 %; 1955: 46 %; 1956: 47 %; 1957: 48 % (entnommen den Statistischen Jahrbüchern für die BRD, 1957, S. 198 ff.; 1958, S. 166 ff.; 1959, S. 162 ff.; 1960, S. 197 ff.).

§ 1: Problemstellung

Aus der Vielzahl der mit der Anlagenpolitik verbundenen Probleme, die zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung auszuwählen sich lohnen, soll im folgenden dem Problem der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer von Anlagen eine spezielle Untersuchung gewidmet werden.

Bevor die dieser Arbeit zugrundeliegende Problemstellung näher präzisiert wird, erscheint es notwendig, den Inhalt der in der Themenstellung genannten Begriffe kurz abzugrenzen und zu erläutern.

A. Begriffsbestimmung

1. Der Begriff "Anlagegegenstand"

In der Literatur wird der Begriff "Anlagegegenstand" nicht einheitlich interpretiert. Während Schmalenbach¹⁾ Anlagegegenstände definiert als Gebrauchsgüter, die im Gegensatz zu den Verbrauchsgütern wiederholte Nutzungen erlauben und längere Zeit im Betriebsleben verweilen, subsumiert Gutenberg²⁾ die Anlagegegenstände unter dem produktiven Faktor "Arbeits- und Betriebsmittel"; diese bilden die technische Voraussetzung der betrieblichen Leistungserstellung.

Demgegenüber zählt Eucken Anlagen zu den "dauerhaften Produktionsmitteln, die zahlreiche Nutzleistungen darbieten und bei der Herstellung eines Stromes von Konsumgütern mitbeteiligt sind"³⁾. Von Briel versteht unter einem Anlagegegenstand "ein sachliches Produktionsmittel, welches der Unternehmer in seinem Betrieb während einer bestimmten Anzahl von Rechnungsperioden zur Erstellung von Nutzleistungen und damit verbunden zur Ertragserzielung verwendet"⁴⁾; schließlich definiert Käfer "den Anlagegegenstand als Sum-

-
- 1) Schmalenbach, Eugen, Dynamische Bilanz, 12. Aufl., Hamburg 1956, S. 85
 - 2) Gutenberg, Erich, Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 3. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1957, S. 3 ff.
 - 3) Eucken, W., Kapitaltheoretische Untersuchungen, Tübingen-Zürich 1954, S. 78
 - 4) v. Briel, H., Die Ermittlung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer von Anlagegütern, Zürich 1955, S. 14

me von mehr oder weniger zahlreichen künftigen Nutzleistungen" ¹⁾.

In allen Definitionen, mit Ausnahme der Gutenbergs, kommt ein Kausalzusammenhang zwischen der Anlage und den auf ihr im Zeitablauf zu erstellenden Leistungen zum Ausdruck. Indessen scheint die Vorstellung von einer Anlage als Speicher zukünftiger Nutzleistungen nicht einleuchtend; denn so verliert doch eine Anlage z.B. eine Fabrikhalle nicht im Zeitpunkt ihrer Außerdienststellung die Eigenschaft, ein Anlagegegenstand zu sein, weil sie keine Nutzungen mehr abgibt, sondern erst in dem Zeitpunkt, in dem sie abgerissen wird.

Realistischer ist es doch wohl, für den Fall der Außerdienststellung einer Anlage anzunehmen, daß die Nutzungsdauer beendet ist, als anzunehmen, die Anlage verliere ihre Eigenschaft, Anlage zu sein. Folgt man daher streng formal der Definition des Anlagegegenstandes im obigen Sinne, so besteht ein Widerspruch der Begriffe "Anlagegegenstand" und "Nutzungsdauer", weil der Begriff "Anlage" selbst die Nutzung in der Zukunft zum Inhalt hat; es gäbe mithin kein Problem der Nutzungsdauerermittlung mehr, sondern nur Probleme der zeitlichen Dimensionierung von Anlagen.

Wir wollen deshalb aus Gründen der begrifflichen Klarheit einen Anlagegegenstand definieren als Betriebsmittel, das geeignet ist, über einen längeren Zeitraum dem Unternehmer zur Erreichung des Unternehmungszwecks zu dienen ²⁾.

1) Käfer, K., Die Betriebsrechnung, Zürich 1943, S. 87

2) Der Begriff "Anlagegegenstand" umfaßt sowohl Anlagen, die der Abnutzung unterliegen, als auch Anlagen, die einer Abnutzung im Zeitablauf nicht unterworfen sind; ebenfalls subsumiert man unter diesem Begriff materielle und immaterielle Anlagen. Da das Problem der Nutzungsdauerbestimmung fast ausschließlich bei materiellen Anlagen, die der Abnutzung unterliegen, auftaucht, ist im folgenden diese spezifische Kategorie unter dem Begriff Anlage gemeint. Aus diesem Grunde wird auch darauf verzichtet, die für die Nutzungsdauerbestimmung dieser Kategorie von Anlagen erzielten Ergebnisse auf ihre Transformierbarkeit bzw. Nichttransformierbarkeit auf andere Anlagentypen zu prüfen.

2. Der Begriff "Nutzungsdauer"

Neben dem Begriff "Nutzungsdauer" findet man im deutschen Sprachgebrauch auch den Begriff "Lebensdauer"¹⁾. Beide Begriffe geben den gleichen Sachverhalt wieder und sind in ihrer Definition unproblematisch und unumstritten.

Wir wollen die Nutzungsdauer definieren als den Zeitraum, während dessen ein Anlagegegenstand in einem Betrieb zum Zwecke der Leistungserstellung eingesetzt ist.

Unklarheiten in der Abgrenzung könnten lediglich für den Fall entstehen, daß eine Anlage nicht mehr ihrer ursprünglichen Zweckbestimmung dient²⁾. So kann z.B. eine noch im eigentlichen Fertigungsprozeß brauchbare Maschine für Ausbildungszwecke in der Lehrlingswerkstatt aufgestellt oder in der eigenen Reparaturwerkstatt montiert werden.

Für diese seltenen Fälle der weiteren Verwendung in einer von der ursprünglichen Zwecksetzung verschiedenen Weise kann aber gesagt werden, daß die Nutzungsdauer im allgemeinen in dem Zeitpunkt des Ausscheidens aus der planmäßigen Produktion beendet ist. In Ausnahmefällen könnte man mit der zweckbedingten Hypothese arbeiten, daß die ausrangierte Maschine für die neue Verwendung vom Markt hätte beschafft werden müssen. Der Marktpreis dieser fiktiven Maschine wäre dann von den ursprünglichen Anschaffungsausgaben abzuziehen und anteilig auf die Nutzungsdauer für die neue Verwendungsart zu verteilen.

B. Einordnung des Problems

Das Problem der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer war bereits in den Vorbemerkungen als spezielles Problem der Anlagenpolitik - unter der die Gesamtheit der Entscheidungen über die Investition und Nutzung von Anlagen verstanden werden sollte - gekennzeichnet.

1) So z.B. Schneider, Erich, "Wirtschaftlichkeitsrechnung", Tübingen 1961, S. 75 ff.

2) Ebenfalls problematisch ist die Abgrenzung dann, wenn eine Maschine älterer Bauart nur noch gelegentlich verwandt wird, um auftretende Beschäftigungsspitzen aufzufangen.

Nun besteht aber zwischen einer Entscheidung über die Investition einer Anlage und deren Nutzung ein Zusammenhang der Art, daß Investitionsentscheidungen die Entscheidung über die Dauer der Nutzung der Anlage voraussetzen, wie im folgenden näher erläutert werden soll.

Die betrieblichen Investitionen werden im allgemeinen in der Weise systematisiert, daß man zwischen Erweiterungsinvestitionen und Ersatzinvestitionen unterscheidet. Der Unternehmer wird je nach der Art und den technischen Bedingungen des Investitionsvorhabens sowohl bei der Planung einer Ersatzinvestition als auch bei der Entscheidung über eine Erweiterungsinvestition entweder nur ein Investitionsobjekt oder mehrere mögliche Investitionsobjekte in sein Investitionskalkül einbeziehen.

Für den Fall, daß nur ein Investitionsobjekt zur Durchführung generell geeignet erscheint, der Unternehmer also vor der Frage steht, soll ich investieren oder nicht, wird die Wirtschaftlichkeitsrechnung auf die Ermittlung einer Erfolgszahl für das geplante Investitionsobjekt zielen. Diese Berechnung kann zum einen auf die Ermittlung des Totalerfolges gerichtet sein, der sich als Differenz der Einnahmen und Ausgaben während der gesamten Nutzungsdauer ergibt. Um die für diese Erfolgszahl relevanten Totaleinnahmen und Totalausgaben berechnen zu können, ist aber zunächst die Nutzungsdauer zu bestimmen.

Ermittelt man zum andern anstelle einer Totalerfolgszahl eine repräsentative Periodendurchschnittserfolgszahl - diese Methode wird in der Praxis üblicherweise verwandt -, so gilt mutatis mutandis das Gleiche. Um die periodischen Ausgaben ermitteln zu können, muß man die der Periode zuzurechnenden anteiligen Anschaffungsausgaben - Abschreibung kennen; diese aber können nur als Quotient aus Anschaffungsausgaben und Nutzungsdauer ermittelt werden.

Es leuchtet deshalb ein, daß der Unternehmer vor der Ermittlung der Erfolgszahl einer möglicherweise realisierbaren Investition die Nutzungsdauer bestimmen muß.

Konkurrieren dagegen mehrere Investitionsobjekte zur Erreichung eines bestimmten Unternehmungszwecks miteinander, so wird der Unter-

nehmer der Realisierung des Investitionsobjektes den Vorzug geben, das den höchsten Erfolg verspricht.

Die Bildung der Wahlmöglichkeiten, anhand derer der Unternehmer die Optimumbestimmung durchführt, kann sinnvollerweise aber erst dann erfolgen, wenn für jede Wahlmöglichkeit isoliert die voraussichtliche Nutzungsdauer ermittelt worden ist; erst auf der Grundlage dieser Rechnung kann der Disponent den einzelnen Wahlmöglichkeiten die entsprechenden Gewinne zuordnen.

Hieraus folgt, daß es gleichgültig für unsere Problemstellung ist, ob nur ein Investitionsobjekt oder mehrere Investitionsobjekte alternativ in das Investitionskalkül einbezogen werden; stets hat die Bestimmung der Nutzungsdauer einer möglichen Investition der Ermittlung der jeweiligen Erfolgszahl vorauszugehen.

C. Präzisierung des Problems

Das Problem der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer besteht darin, unter mehreren möglichen Nutzungsdauern diejenige zu bestimmen, bei deren Realisierung der Gewinn/Zeiteinheit aus dem Betrieb der Anlage maximiert wird. Setzt man voraus, daß die Erträge nicht durch die Nutzungsdauer beeinflusst werden - dieses ist recht häufig der Fall -, so kann das Problem auch in folgender Weise formuliert werden: Die optimale Nutzungsdauer ist diejenige unter mehreren möglichen Nutzungsdauern, bei der die geringsten Kosten/Zeiteinheit für die Nutzung der Anlage entstehen¹⁾.

Dieses Problem erhält seine spezifische Note durch den Umstand, daß die Unternehmensleitung bzw. der von ihr beauftragte Disponent einerseits durch die Entscheidung über die Realisierung eines Investitionsobjektes in der Regel auf lange Zeit gebunden ist, es ihm andererseits jedoch an der für eine dem Gewinnmaximierungsprinzip gemäße Entscheidung notwendigen Voraussicht fehlt.

1) Die Gebundenheit des Disponenten an seine Entscheidung ist begründet in der fehlenden Möglichkeit einer Korrektur oder Revision seiner Entscheidung in naher Zukunft.

1) Hierzu im Gegensatz steht die technisch-optimale Nutzungsdauer, die den Zeitraum angibt, während dessen die Anlage die technisch beste unter allen vergleichbaren Anlagen darstellt.

Tätigt der Unternehmer zu Beginn der Investitionsperiode die für die Anschaffung der Anlage erforderlichen Ausgaben, so kann er in einer späteren Periode diese Ausgaben meist nicht durch eine entsprechende Einnahme aus dem Verkauf der Anlage kompensieren, da eine solche Einnahme - falls überhaupt eine Einnahme aus dem Verkauf erzielt wird, die die Ausgaben für die Demontage übersteigt - in der Regel in keinem Verhältnis zu der am Anfang getätigten Ausgabe steht. Neben der Minderung der Gebrauchsfähigkeit sind es nicht nur der möglicherweise inzwischen erzielte technische Fortschritt und der im allgemeinen sehr enge Markt (insbesondere bei Spezialanlagen), die diesen starken Abfall des Verkaufserlöses einer Anlage bewirken, sondern oft auch die Demontage- bzw. Montagekosten, die Transportkosten und darüberhinaus eine psychische Präferenz, die man neuen Anlagen gegenüber hegt.

Hieraus folgt aber andererseits, daß das Gewicht der mit der Anschaffung einer Anlage verbundenen Kosten, die unabhängig von der Nutzung anfallen (zeitfixe Kosten), nur dadurch gemindert werden kann, daß man die Anschaffungsausgaben auf einen möglichst langen Zeitraum verteilt. Das Gewicht der zeitfixen Kosten läßt es daher dem auf Gewinnmaximierung bedachten Unternehmer als ratsam erscheinen, die Ausgaben für die Anlage anteilmäßig auf eine möglichst große Anzahl zukünftiger Perioden und damit auf die in diesen Perioden erstellten und verkauften Erzeugnisse zu verteilen.

Wenn aber dem Gewinnmaximierungsprinzip nur in der Weise Rechnung getragen werden kann, daß der Disponent sich an seine einmal getroffene Entscheidung langfristig bindet, dann ist es zur Befolgung dieser Handlungsmaxime ebenfalls geboten, daß der Unternehmer sich in den Dispositionen, die durch die erste Entscheidung ausgelöst werden bzw. festgelegt sind, langfristig bindet.

a) So ist es dem Unternehmer ohne eine erhebliche Gewinneinbuße nicht möglich, über den einmal investierten Geldbetrag in nächster Zeit anderweitig zu verfügen; d.h., daß bei Finanzierung mit Eigenkapital durch die Vornahme einer Investition der für die Durchführung der Unternehmung in nächster Zeit verfügbare Geldbetrag geringer wird, bei Finanzierung mit Fremdkapital dagegen der Unternehmer Kreditverpflichtungen über einen längeren Zeitraum eingehen muß.

b) Darüberhinaus bindet sich der Disponent bei den meisten Investitionsobjekten (Maschinen und maschinellen Anlagen) hinsichtlich des Fertigungsverfahrens für einen langen zukünftigen Zeitabschnitt. Das bedeutet in der Regel aber auch eine zumindest grob umrissene Bestimmung des Fertigungsprogramms und damit des Absatzprogramms; m.a.W. durch die Investitionsentscheidungen wird die langfristige Planung der wichtigsten Unternehmensvariablen in besonders starkem Maße determiniert.

2) Mit der Länge des Planungszeitraums wächst andererseits die Ungewißheit des Unternehmers hinsichtlich der zukünftigen Daten, die er seiner Entscheidung zugrundelegt.

Die Ungewißheit, die durch die beiden Merkmale der Mehrdeutigkeit der Zukunftsvorstellung und durch das Unvermögen, die verschiedenen Datenkonstellationen exakt zu bestimmen, gekennzeichnet ist¹⁾, wohnt jeder Planungsentscheidung inne, sei es, daß die Entscheidung die nahe Zukunft betrifft, sei es, daß die Entscheidung sehr weit in die Zukunft reicht.

Bei einer Entscheidung, die die nahe Zukunft betrifft, wird der Unternehmer aufgrund der bisherigen Entwicklung eher in der Lage sein, über die voraussichtliche Beschaffenheit der zukünftigen Daten eine relativ gut fundierte Prognose anzustellen. Umspannt dagegen, wie es die Entscheidung über die zu realisierende Nutzungsdauer verlangt, der Planungszeitraum einen langen Zeitabschnitt, so besteht die Möglichkeit, daß

- a) die der Entscheidung zugrundegelegten Plandaten von den tatsächlichen Daten abweichen und eine Korrektur im Zeitablauf erfordern,
- b) nicht alle bedeutsamen Plandaten zu Beginn der Planungsperiode in das Investitionskalkül des Unternehmers eingegangen sind und somit eine Ergänzung der Plandaten im Zeitablauf als notwendig erscheinen lassen.

1) Vgl. Koch, H., Zur Diskussion in der Ungewißheitstheorie, in: ZfhF 1960, S. 55
Im Teil IV dieser Arbeit wird in einer eingehenden Untersuchung zu klären versucht, wie der Tatbestand der Ungewißheit im einzelnen zu interpretieren ist.

Angesichts dieser Ungewißheit aber stellt sich für die Entscheidung über die zu realisierende Nutzungsdauer folgendes Problem: Die Entscheidung des Unternehmers über die zu realisierende Nutzungsdauer einer Anlage ist umso fundierter, je mehr Daten er bei der Bildung der einzelnen Alternativen berücksichtigt. Da aber die die einzelnen Alternativen kennzeichnenden Daten Plandaten und somit mit einem mehr oder minder hohen Grad an Ungewißheit behaftet sind und überdies die Möglichkeit besteht, daß in Zukunft Plandaten wirksam werden, die zum Zeitpunkt der Entscheidung gar nicht vorhersehbar sind, steht der Unternehmer bei seiner Entscheidung vor der Schwierigkeit, sowohl der Forderung nach Vollständigkeit der zu berücksichtigenden Daten zur besseren Kennzeichnung der jeweiligen Alternativen genüge zu leisten, als auch der Ungewißheit Rechnung zu tragen.

Dieses Wissen um die Möglichkeit einer Fehlentscheidung aufgrund einer falschen Einschätzung der zukünftigen Ereignisse einerseits und das zur Verifizierung des Gewinnmaximierungsprinzips gebotene Festhalten an der einmal getroffenen Entscheidung andererseits sind es, die die Entscheidung über die optimale Nutzungsdauer in besonderem Maße erschweren.

§ 2: Die Ausgangsposition der Untersuchung

Die Möglichkeit der Bestimmung einer optimalen Nutzungsdauer muß zur Voraussetzung die Möglichkeit der Variation der zeitlichen Ausdehnung der Nutzung einer Anlage haben.

1. In der betriebswirtschaftlichen Literatur wird bisher das Problem in der Weise diskutiert, daß man von der Grundannahme ausgeht, die Nutzungsdauer sei aufgrund technischer Bedingungen zeitlich begrenzt, und diese technischen Daten erzwingen zu einem bestimmten Zeitpunkt das Ausscheiden des Anlagegegenstandes aus dem Betrieb. Diese im allgemeinen als technische Nutzungsdauer bezeichnete Zeitspanne - so argumentiert man - ist stets als Obergrenze der Nutzungsdauer anzusehen, sie kann aber aus Gründen der sog. wirtschaftlichen Überalterung bzw. des technischen Fortschritts, also aus Gründen, die in dem nichtstationären Charakter der Wirt-

schaft fußen, verkürzt werden.

So schreibt Leitner¹⁾, "die anzurechnende Lebensdauer des Vermögensgegenstandes entspricht bei rein technischen Abschreibungen der natürlichen Benutzungsdauer"... "die natürliche Benutzungsdauer muß stets die **H ö c h s t g r e n z e** sein" (vom Verf. gesperrt).

In gleicher Weise argumentiert Kosiol²⁾. "Liegt der Abschreibungszeitraum nicht durch die zeitlich befristete Nutzungsmöglichkeit fest, so ist die betriebliche Lebens- oder Nutzungsdauer der Anlage abzuschätzen. **O b e r g r e n z e** i s t d i e s o g . t e c h n i s c h e N u t z u n g s d a u e r ; e i n e l ä n g e r e k a n n e s n i c h t g e b e n" (vom Verf. gesperrt).

Ebenfalls die KRG von 1939 fordern als Ausgangspunkt für die Bemessung der Nutzungsdauer die technische Abnutzung der Anlage und ähnlich ist die entsprechende Anweisung in der KRM formuliert: "Bei materiellen Anlagen, Maschinen und dgl. ist daher in der Regel von der erfahrungsgemäßen technischen Nutzungsdauer oder Gesamtleistungsmenge auszugehen"³⁾.

Diese Hinweise aus der Literatur mögen genügen, um zusammenfassend festzustellen, daß in der betriebswirtschaftlichen Literatur Übereinstimmung darin besteht, daß bei der Bemessung der Nutzungsdauer zunächst die technisch bedingte Nutzungsdauer als Obergrenze zu ermitteln sei, um im Anschluß daran unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Überalterung die zu realisierende Nutzungsdauer zu bestimmen.

-
- 1) Leitner, F., Die Selbstkostenrechnung industrieller Betriebe, 8. Aufl., Frankfurt/M., 1923, S. 237
 - 2) Kosiol, E., Kalkulatorische Buchhaltung (Betriebsbuchhaltung), 5. Aufl., Wiesbaden 1953, S. 179/180
 - 3) Vgl. auch die inhaltlich gleichgerichteten Ausführungen bei:
Fischer-Heß-Seebauer, Buchführung und Kostenrechnung, 2. Aufl., Leipzig 1940, S. 272 ff.
Kalveram, W., Betriebsabrechnung, Wiesbaden 1949, S. 92
Schnettler, A., Das Rechnungswesen industrieller Betriebe, Wolfenbüttel 1949, S. 167 ff.
Mellerowicz, K., Kosten und Kostenrechnung II₁, 2. u. 3. Aufl., Berlin 1958, S. 254 ff.

2. Gegen die Bildung des Begriffs "technisch bedingte Nutzungsdauer" sind Einwendungen erhoben worden¹⁾. Die Problematik dieser Begriffsbildung sei deshalb im folgenden kurz dargelegt.

Die Existenz einer "technisch bedingten Nutzungsdauer" ist notwendig an die Voraussetzung geknüpft, daß die Nutzungsdauer einer Anlage nur und ausschließlich aufgrund technischer Bedingungen beendet werden kann.

Nun besteht aber eine Anlage stets aus einer Vielzahl von Einzelteilen; diese Einzelteile - vor allem die rotierenden Elemente - unterliegen zwar einem technisch bedingtem Verschleiß, der eine Reparatur oder eine Neuherstellung dieses oder jenes Teiles erforderlich macht. Man kann also durchaus die Feststellung treffen, die Nutzungsdauer gewisser Einzelteile sei technisch bedingt; es ist aber andererseits stets möglich, diese Einzelteile zu reparieren oder zu erneuern. Darüberhinaus ist es ebenso gut möglich, die technische Nutzungsdauer der einzelnen Teile erheblich zu verlängern, wenn man sie während der Nutzung entsprechend pflegt.

Es ist technisch also unbegrenzt möglich, die Anlage als Gesamtheit der Einzelteile funktionsfähig zu erhalten, wenn man nur die Verschleißteile rechtzeitig repariert bzw. erneuert; d.h. aber: eine technisch begrenzte Nutzungsdauer von Anlagen ist nicht denkbar. Es ist vielmehr so, daß von einem gewissen Zeitpunkt ab der Weiterbetrieb der Anlage infolge der stets steigenden Reparaturkosten unwirtschaftlich wäre, weil eine neue Anlage aufgrund der geringeren Reparaturkosten mit niedrigeren Kosten/Zeiteinheit ar-

1) Vgl. Koch, H., Zur Problematik des Teilwerts, in: ZfhF 1960, S. 319 ff.; Koch schreibt (S. 336): "Eine technisch bestimmte Nutzungsdauer, auf Grund der man zwischen einer effektiven und maximalen (technischen) Nutzungsdauer unterscheiden könnte, gibt es nämlich nicht. Vielmehr ist die Nutzungsdauer stets dispositiv bestimmt und mit Hilfe von Reparaturen (Austausch von Einzelteilen) weitgehend manipulierbar". Ebenfalls Schulz-Mehrin (Schulz-Mehrin, O., Die kalkulatorischen Posten (Abschreibung, Verzinsung, Unternehmerlohn, Wagnis) in der Kostenrechnung, Preiskalkulation und Erfolgsrechnung, Berlin 1943, S. 5) und Lutz (Lutz, F. u. V., The Theory of Investment of the Firm, Princeton 1951, S. 102) weisen auf die Problematik dieser Begriffsbildung hin; jedoch ziehen diese Autoren nicht die Konsequenz, daß die Nutzungsdauerbestimmung eine dispositive Entscheidung darstellt.

beitet.

Hieraus aber folgt, daß nur und ausschließlich wirtschaftliche Überlegungen über die Festlegung der Nutzungsdauer einer Anlage entscheiden. Die Bildung des Begriffspaares technische - wirtschaftliche Nutzungsdauer erscheint aus diesem Grunde als widerspruchsvoll; aus der Tatsache, daß wirtschaftliche Dispositionen über die Nutzungsdauer den technischen Bedingungen einer Anlage Rechnung tragen müssen, darf nicht auf die Bildung eines solch unechten Gegensatzpaares geschlossen werden.

Es wird deshalb im folgenden bei der Behandlung der Probleme der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer die Annahme zugrundegelegt, daß nicht technische Bedingungen das Ausscheiden einer Anlage aus dem Betrieb und damit die Beendigung der Nutzungsdauer erzwingen, sondern nur wirtschaftliche Überlegungen allein die Entscheidung des Unternehmers über die zu realisierende Nutzungsdauer bestimmen.

§ 3: Untersuchungsgang

Das Problem der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer von Anlagen sei in zwei Teilen untersucht.

Im Teil II wird dieses Problem unter Annahme stationärer Bedingungen im Zeitablauf analysiert. Die Ausarbeitung eines Entscheidungskriteriums zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Zugrundelegen stationärer Daten verfolgt den Zweck, eine Basis für die Einbeziehung von Entscheidungskomponenten zu schaffen, die als Folge des nichtstationären Charakters des Systems einen Einfluß auf die Nutzungsdauer einer Anlage ausüben.

Im III. Teil wird die Prämisse der vollkommenen Voraussicht und die Annahme stationärer Bedingungen im Zeitablauf aufgegeben.

Dort wird der Versuch unternommen, ein Entscheidungskriterium zu formulieren, das sowohl den technischen Fortschritt als auch die mögliche Änderung anderer wichtiger, die Nutzungsdauer beeinflussenden Größen (Änderung der Absatzmenge, Änderung der Absatz- und Beschaffungspreise) berücksichtigt. Das Schwergewicht dieser Ausführungen wird darauf gerichtet sein darzulegen, in welcher Weise der zur Entscheidung gezwungene Disponent der Ungewißheit der Zukunft im Rahmen der Entscheidung über die zu realisierende Nutzungsdauer Rechnung zu tragen sucht.

T e i l II

Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Annahme stationärer Bedingungen im Zeitablauf

Kapitel I

Die bisherigen Lösungsvorschläge zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer

§ 1: Darstellung der bisherigen Lösungsvorschläge

Während in der deutschsprachigen Literatur das Problem der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer nur in geringem Umfang diskutiert wird¹⁾, enthält das angelsächsische Schrifttum zahlreiche Darstel-

1) Im Jahre 1942 veröffentlichte Schneider im "weltwirtschaftlichen Archiv" den Aufsatz: Die wirtschaftliche Lebensdauer industrieller Anlagen (S. 91 ff.). Dieser Aufsatz wurde ohne wesentliche Veränderungen in die erste und zweite Auflage der "Wirtschaftlichkeitsrechnung" (Bern-Tübingen 1951, 1961) übernommen. Schneider betont zwar auch zu Beginn seiner Ausführungen (Wirtschaftlichkeitsrechnung, 3. Aufl., Bern-Tübingen 1961, S. 77), daß die technische Nutzungsdauer die Obergrenze der zu realisierenden Nutzungsdauer darstelle, weicht aber insofern von dieser Ausgangsposition ab, als er in seinen Berechnungen die technische Nutzungsdauer als Obergrenze nicht mehr einbezieht.

Neben Schneider ist H. v. Friel zu nennen (Die Ermittlung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer von Anlagegütern, Zürich 1955), dessen Buch eine ausgezeichnete Zusammenfassung und Systematisierung der bisherigen Lösungsvorschläge enthält.

In jüngster Zeit hat Schneider (Schneider, D., Die wirtschaftliche Nutzungsdauer von Anlagegütern als Bestimmungsgrund der Abschreibungen, Köln u. Opladen 1961) diesem Problem eine gründliche und ausführliche Darstellung gewidmet.

Obwohl Schneider das Problem der Nutzungsdauerbestimmung unter einem anderen Aspekt behandelt, wäre es gewiß lohnenswert gewesen, diese fundierten und sich auf ein umfassendes Literaturstudium stützende Bearbeitung, insbesondere zum Problem der Berücksichtigung des technischen Fortschritts und der Analyse des Einflusses der Ungewißheit - diese Punkte bilden ebenfalls bei Schneider den Gegenstand einer sehr ausführlichen Erörterung - heranzuziehen. Leider war jedoch bei Erscheinen des Buches von Schneider die Arbeit des Verfassers im wesentlichen abgeschlossen, so daß es nicht mehr möglich war, auf die Stellungnahme Schneiders bei der Behandlung der zu diskutierenden Probleme im einzelnen einzugehen.

lungen zu diesem Problembereich¹⁾.

Allen Bearbeitungen ist die grundsätzliche Methodik der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer gemeinsam. Es gilt, diejenige Nutzungsdauer zu bestimmen, bei der der Goodwill bzw. der Kapitalwert (beide Begriffe werden im Schrifttum synonym gebraucht) einer Investition sein Maximum erreicht, m.a.W. bei der die Differenz der auf den Investitionszeitpunkt abdiskontierten Einnahmen und Ausgaben maximiert wird.

Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Annahme stationärer Bedingungen im Zeitablauf wird für folgende drei Fälle untersucht²⁾:

- 1) Die Ermittlung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer einer Anlage, deren Investition nicht wiederholt werden soll.

1) Als grundlegende Schriften sind hier die Arbeit Taylor's (Taylor, J.S., A Statistical Theory of Depreciation, in: Journal of the American Statistical Association, 1923, S. 1010 ff., ders., A Note on the Theory of Depreciation, in: Bulletin of the American Mathematical Society, Vol. 31, 1925, S. 222 ff.), vor allem der Aufsatz Hotellings aus dem Jahre 1925 zu nennen (Hotelling, H., A General Mathematical Theory of Depreciation, in: Journal of the American Statistical Association, Vol. 20, S. 340 ff.).

In der Folgezeit haben sich insbesondere Preinreich (Preinreich, G.A.D., The Theory of Depreciation, in: Econometrica, Vol. 6, 1938, S. 219 ff. (I); The Economic Life of Industrial Equipment, in: Econometrica, Vol. 8, 1940, S. 12 ff. (II)), Caplan (Caplan, B., The Premature Abandonment of Machinery, in: The Review of Economic Studies, Vol. 7, 1939/40, S. 113 ff.), Terborgh (Terborgh, G., Dynamic Equipment Policy, New York 1949, vgl. hierzu auch die auf S. 78 angegebenen Literaturquellen) und Lutz (Lutz, F. v. V., The Theory of Investment of the Firm, Princeton 1954, insbes. S. 101 ff.) ausführlich mit diesem Problem befaßt.

Neben dem angelsächsischen Schrifttum ist in diesem Zusammenhang noch die Habilitationsschrift von Honko zu nennen (vgl. die ausführliche Buchbesprechung von H. Virkkunen zu Honko, J., Zur Frage der Investitionskalküle und der optimalen Lebensdauer von langlebigen Produktionsmitteln, in: IFO-Studien, 3. Jg. 1957, S. 109 ff.).

2) Diese Systematisierung des Untersuchungsgangs nahm erstmalig Preinreich (Preinreich, G.A.D., The Economic Life of Industrial Equipment, a.a.O., S. 14) vor; er unterscheidet in:

- 1) a single machine,
- 2) a finite chain of replacement,
- 3) an infinite chain.

Ebenfalls Schneider (a.a.O., S. 76), Lutz (a.a.O., S. 102) und v. Briel (a.a.O., S. 38) schließen sich dieser Systematisierung an.

- 2) Die Ermittlung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer einer Anlage, deren Investition begrenzt oft wiederholt werden soll.
- 3) Die Ermittlung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer einer Anlage, die unbegrenzt oft wiederholt werden soll.

Die die optimale Nutzungsdauer bestimmenden Größen sind¹⁾:

- a) die Anschaffungsausgaben = A,
- b) die Betriebs- und Instandhaltungskosten/Jahr = B,
- c) der Altwert der Maschine zu einem Zeitpunkt = R,
- d) die Verzinsungsintensität = ρ ,
- e) die Einnahmen/Jahr = E.

I. Die einmalige Investition

Für den Fall, daß eine Investition nicht wiederholt wird, m.a.W. die Produktion des Gutes, für das die Anlage beschafft werden soll, mit der Beendigung der Nutzungsdauer ebenfalls endet, ist die Bedingung der Maximierung des Kapitalwerts der Anlage dann erfüllt, wenn

- a) bei konstanter Dauer der Investition der Grenzkapitalwert in Bezug auf eine kleine Variation des Absatzstroms gleich Null ist,
- b) bei konstanter Absatzstrombreite der Grenzkapitalwert in Bezug auf eine kleine Variation der Nutzungsdauer gleich Null ist²⁾.

1) Hinsichtlich der Wahl der Symbole und der mathematischen Formulierung der Optimierungsbedingungen lehnt sich der Verf. an Schneider, E., a.a.O., S. 78, an.

2) Vgl. Schneider, E., a.a.O., S. 79

Die Festlegung des Goodwills der Anlage wird mit Hilfe der folgenden Gleichung vorgenommen:

$$K = \int_0^n [E(x) - B(x,t)] e^{-\rho t} dt + R_{(n,x)} e^{-\rho n} - A$$

Zur Erfüllung der Maximierungsbedingung ist es notwendig, K sowohl nach dx als auch nach dn abzuleiten. Die Ableitung $\frac{dK}{dx}$ ergibt:

$$\frac{dK}{dx} = \int_0^n [E'(x) - \frac{dB}{dx}] e^{-\rho t} dt + \frac{dR}{dx} e^{-\rho n}; \quad \frac{dK}{dx} = 0$$

Die erste Ableitung dieser Funktion nach dn lautet dann:

$$\frac{dK}{dn} = [E(x) - B(x,n) + \frac{dR}{dn} - \rho R_{(x,n)}] e^{-\rho n}; \quad \frac{dK}{dn} = 0$$

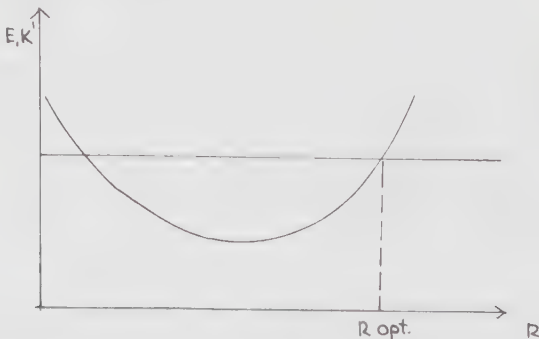
Forts. d. Fußn. s. S. 16

Diese Bedingungen besagen:

- a) Der Unternehmer dehnt den Absatzstrom in der Breite so weit aus, bis die auf den Investitionszeitpunkt diskontierten zusätzlichen Einnahmen aus der Verbreiterung des Absatzstroms um eine Produkteinheit gleich sind den diskontierten Ausgaben dieser Produkteinheit (diskontierte Grenzeinnahme in Bezug auf die Absatzstrombreite = diskontierte Grenzausgabe in Bezug auf die Absatzstrombreite).
- b) Der Unternehmer dehnt den Absatzstrom in der Länge so weit aus, bis die diskontierten Einnahmen aus der Verlängerung des Absatzstroms um eine Zeiteinheit gleich sind den diskontierten Ausgaben dieser Zeiteinheit (diskontierte Grenzeinnahme in Bezug auf die Investitionsdauer = diskontierte Grenzausgaben in Bezug auf die Investitionsdauer).

Dieses Problem wird dadurch vereinfacht, daß man die Breite des Absatzstroms als gegeben annimmt.

Die Lebensdauer als nunmehr einzige Variable wird bestimmt durch den Verlauf der mit der Nutzung verbundenen Ausgaben bzw. Kosten (vgl. folgendes Schaubild)¹⁾.



1) Schneider, E., a.a.O., S. 81

Forts. d. Fußn. v. S. 15

Die oben angegebene Formel ist mit der von Lutz (Lutz, F.u.V., a. a.O., S. 104) und Preinreich (Preinreich, G.A.D., a.a.O., S. 13) gebrachten Formel identisch; lediglich fassen diese Autoren den Ausdruck $(E - B)$ zu Q (Quasirente) zusammen.

Die Grenzkosten setzen sich zusammen:

- 1) aus den Betriebs- und Instandhaltungskosten $B_{(n)}$,
- 2) aus der Abnahme des Altwertes der Maschine $R'_{(n)}$,
- 3) aus den Zinsen auf den Altwert $R_{(n)}$.

Die optimale Lebensdauer einer einmaligen Investition ist jetzt durch den Schnittpunkt der Grenzkostenkurve mit der Erlösgeraden bestimmt.

II. Die zu wiederholende Investition

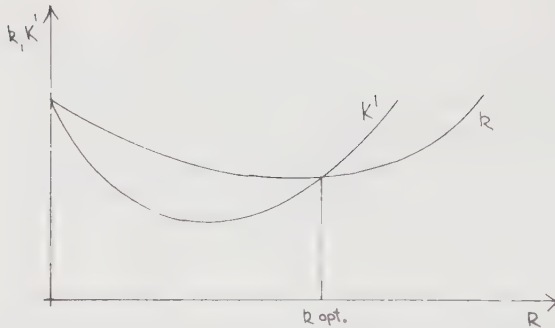
Hier sei nur der Fall der Investition diskutiert, die eine unendliche Zahl von Malen identisch wiederholt werden soll, da einer solchen Investitionskette die größte praktische Bedeutung zuzuerkennen ist¹⁾.

Für den Fall der unendlich oft zu wiederholenden Investition wird die Bedingung: kapitalisierte Grenzkosten bzw. Grenzausgaben = kapitalisierte Grenzeinnahmen - jeweils auf die Zeit bezogen - abgewandelt, wie leicht einzusehen ist.

Bei Annahme eines U-förmigen Grenzkostenverlaufs schneidet die Grenzkostenkurve die Durchschnittskostenkurve vor der Grenzeinnahmenkurve²⁾; das bedeutet, daß die Lebensdauer, bei der die Durchschnittskosten ihr Maximum erreichen, kürzer ist als die Lebensdauer, bei der der Gewinn aus der einzelnen Investition maximiert wird. Da voraussetzungsgemäß der Unternehmer bei der unendlich oft zu wiederholenden identischen Investition den Kapitalwert der gesamten Investitionskette zu maximieren trachtet, wird er deshalb zu dem Zeitpunkt die Reinvestition vornehmen, in dem die kapitalisierten Durchschnittskosten gleich sind den kapitalisierten Grenzkosten (vgl. folgendes Schaubild).

1) Vgl. Schneider, E., a.a.O., S. 86, aber auch die Kritik v. Briels, a.a.O., S. 52

2) Dies gilt immer bei vollkommener atomistischer Konkurrenz; bei Annahme einer geneigten Preisabsatzkurve ist zwar auch der umgekehrte Fall (die Grenzkostenkurve schneidet die Grenzeinnahmenkurve vor der Durchschnittskostenkurve) denkbar, jedoch nicht realistisch.



Die optimale Nutzungsdauer einer Anlage, die eine unendliche Zahl von Malen identisch wiederholt werden soll, ist also durch den Schnittpunkt der Kurve der diskontierten Grenzkosten mit der Kurve der diskontierten Durchschnittskosten bestimmt¹⁾.

Da es an dieser Stelle lediglich wichtig erschien, die Grundzüge des bisherigen Lösungsansatzes aufzuzeigen, sei auf eine weitere Diskussion dieser Lösungsvorschläge zur Berücksichtigung von Datenänderungen im Zeitablauf, insbesondere zum Einfluß des technischen Fortschritts an dieser Stelle zunächst verzichtet.

§ 2: Kritik

Es ist nicht Sinn und Aufgabe des Folgenden - das sei vorweg bemerkt - die Gültigkeit der Goodwill-Theorie in einer grundlegenden Analyse in Frage zu stellen. U.E. gilt es vielmehr, im Rahmen der vorliegenden Untersuchung die für die Optimumbestimmung als relevant erkannten Größen näher zu analysieren und die Annahmen, auf denen diese Theorie aufbaut, eingehender zu untersuchen.

1) Diese Bedingung gilt allerdings nur für den Fall konstanter Erträge im Zeitablauf. Allgemein gilt:

$$K_{00} = \left[\int_0^n [E - B(t)] e^{-\xi t} + R(n) e^{-\xi n} - A \right] \cdot (1 + e^{-\xi n} + e^{-2\xi n} + \dots)$$

$$= \frac{E}{\xi} - \frac{1}{1 - e^{-\xi n}} \cdot \left[\int_0^n B(t) e^{-\xi t} dt - R(n) e^{-\xi n} + A \right]$$

(Vgl. Schneider, E., a.a.O., S. 86, Lutz, F.u.V., a.a.O., S. 107).

1) Zunächst sei jedoch auf eine grundsätzliche Schwierigkeit hingewiesen, die die Anwendung der Kapitalwerttheorie zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einer Anlage aufwirft.

Die Bestimmung des maximalen Goodwills einer Investition ist an die Bedingung geknüpft, daß

- a) "bei konstanter Dauer der Investition der Grenzkapitalwert in Bezug auf eine kleine Variation des Absatzstroms gleich Null" ist,
- b) "bei konstanter Breite des Absatzstroms der Grenzkapitalwert in Bezug auf eine kleine Variation der Investitionsdauer gleich Null" ist¹⁾.

Jede dieser Bedingungen ist nur dann erfüllbar, wenn eine partielle Differenzierung des Grenzkapitalwertes nach der Absatzstrombreite und nach der Zeit durchführbar ist; m.a.W., wenn es möglich ist, die Investitionsdauer zu verlängern und gleichzeitig die Absatzstrombreite konstant zu lassen bzw. den Absatzstrom zu verbreitern und die Investitionsdauer konstant zu lassen.

Nun sind aber die Absatzstrombreite und die Investitionsdauer nicht - wie es für eine sinnvolle partielle Differenzierung notwendig ist - voneinander unabhängige Größen, sondern stehen in einem gegenseitigen interdependenten Abhängigkeitsverhältnis; denn es ist klar, jede Verbreiterung des Absatzstromes ist gleichbedeutend einer erhöhten Kapazitätsausnutzung der Anlage; eine erhöhte Auslastung einer Anlage bedeutet eine Verkürzung der optimalen Nutzungsdauer. Wenn z.B. die Nutzungsdauer einer Anlage, die im einschichtigen Betrieb genutzt wird, mit 10 Jahren als optimal ermittelt wurde, so ist die Nutzungsdauer der gleichen Anlage, die im Zwei- oder Dreischichtenbetrieb genutzt wird, kürzer, vielleicht nur mit 8 oder 6 Jahren anzusetzen.

Das Problem der simultanen Bestimmung von optimaler Nutzungsdauer und optimaler Absatzstrombreite ist nur mittels eines anderen Verfahrens bestimmbar, das unseres Wissens erstmalig Koch²⁾ zur Optimumbestimmung bei Vorliegen zweier interdependenter Variablen ausführlich dargelegt hat.

1) Schneider, E., a.a.O., S. 79

2) Koch, H., Betriebliche Planung, 1. Aufl., Wiesbaden 1961, S. 35 ff.

Die Abhängigkeit der Optimumbestimmung der Nutzungsdauer von der gewählten Absatzstrombreite (bzw. umgekehrt die Abhängigkeit der Optimumbestimmung der Absatzstrombreite von der gewählten Nutzungsdauer) bedeutet, daß jeder realisierbaren Absatzstrombreite eine optimale Nutzungsdauer zugeordnet ist. Es gibt also bei n möglichen Absatzstrombreiten n optimale Nutzungsdauern.

Gefragt ist nun, welche Kombination aus Absatzstrombreite und Nutzungsdauer das Optimum Optimorum darstellt.

Wir wollen der Einfachheit halber einmal annehmen, daß die Absatzstrombreite - als deren Maßstab wir die tägliche Betriebszeit wählen wollen - nicht beliebig, sondern nur in bestimmten Intervallen variierbar sei. So möge der Unternehmer zwischen folgenden Betriebszeiten wählen können:

a) tgl. 2 Std., b) tgl. 4 Std. ..., k) tgl. 20 Std.

Die optimale Nutzungsdauer, die sich bei der jeweiligen Betriebszeit ergibt, betrage

a) bei tgl. 2 Std.	12 Jahre
b) bei tgl. 4 Std.	11 Jahre
c) bei tgl. 6 Std.	10 Jahre
k) bei tgl. 20 Std.	6 Jahre.

Zur Bestimmung des Optimums Optimorum ist es nun notwendig, jeder Kombination von täglicher Betriebszeit und Nutzungsdauer die zugehörigen Erfolgsziffern zuzuordnen. Diejenige Kombination mit der höchsten absoluten Erfolgsziffer ist als optimal alsdann zu realisieren.

Im Normalfall wird das Optimum Optimorum bei der höchsten Betriebszeit/Tag liegen, so daß sich die im vorigen beschriebene Kombination und Zuordnung der jeweiligen Gewinnziffer erübrigt; denn es ist klar, je intensiver eine Anlage genutzt wird, um so geringer sind - auf die Erzeugniseinheit bezogen - diejenigen Kosten der Anlagennutzung, die unabhängig von der Leistung sind und lediglich eine Funktion der Zeit darstellen. Deshalb ist das in der Praxis übliche Verfahren, bei der Ermittlung der optimalen Nutzungsdauer von einer konstanten durchschnittlich erreichbaren Kapazitätsausnutzung auszugehen, in der Mehrzahl der Fälle vollkommen hinreichend. Erst dann, wenn die begründete Annahme besteht, daß die De-

gression der Fixkosten aufgrund der zeitfixen Kosten überkompensiert wird durch andere progressiv verlaufende Kosten (Werbungskosten, Überstundenlöhne), dürfte die im vorigen dargestellte Methode der Optimumbestimmung zum Zuge kommen.

Es bleibt deshalb als Ergebnis festzuhalten, daß nur dann eine eindeutige Bestimmung des maximalen Goodwills einer Investition und damit der optimalen Nutzungsdauer mittels der Goodwilltheorie möglich ist, wenn die Absatzstrombreite als ex ante gegeben angenommen werden kann, nur in diesem Fall ist der Goodwill einer Investition eine eindeutige Funktion der Nutzungsdauer.

2) Als zweites sei eine Voraussetzung untersucht, von deren Funktionsfähigkeit die Goodwilltheorie in entscheidendem Maße abhängt; gemeint ist die Diskontierung der zukünftigen Einnahmen und Ausgaben auf den gegenwärtigen Zeitpunkt.

Eine Diskontierung zukünftiger Einnahmen und Ausgaben mit dem gleichen Zinsfuß von p' führt unter der Bedingung zum richtigen Ergebnis, "daß der Investor zum Kalkulationszinsfuß nach Belieben Anleihen aufnehmen kann und Darlehen gewähren kann"¹⁾.

Es sind also im Grunde zwei Überlegungen, aus denen die Präferenzierung der gegenwärtigen zu künftigen Gewinnen hergeleitet wird; einmal gilt als Begründung für die Abzinsung, daß Zinsen für die Aufnahme von Fremdkapital zu zahlen sind, zum andern wird die Abzinsung mit dem Argument begründet, daß gegenwartsnahe Gewinne, die jedoch erst später verausgabt werden sollen, zwischenzeitlich einer anderen zinsbringenden Verwendung zugeführt werden können.

Diese der Diskontierungsmethode zugrundeliegende Annahme, der Zinssatz für die Aufnahme von Fremdkapital sei identisch mit dem Zinssatz aus einer möglichen anderweitigen Verwendung des Eigenkapitals, stellt zumindest eine sehr starke Vergrößerung, wenn nicht eine Verzerrung der Wirtschaftlichkeitsrechnung dar. So wird die Verzinsung des Gewinnes aus der zwischenzeitlichen anderweitigen Verwendung variieren, je nachdem, ob er in Obligationen oder Aktien angelegt wird oder – das dürfte der Realität am nächsten kommen – wieder im Unternehmen reinvestiert wird.

1) Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie II, 6. Aufl., Tübingen 1960, S. 245

Zur Verdeutlichung diene ein kleines Beispiel:

Ein Unternehmer stehe vor der Wahl zwischen zwei Investitionen. Die zu Anfang notwendigen Ausgaben sollen bei beiden Investitionen 50.000.- DM betragen; die Nutzungsdauer sei ebenfalls gleich (10 Jahre).

Bei der Investition I, so wollen wir annehmen, handele es sich um eine Investition zur Vergrößerung des Absatzvolumens innerhalb des bestehenden Absatzprogramms; der Überschuß der Einnahmen über die Ausgaben betrage von Anfang an 10.000.- DM/Jahr.

Bei Vornahme der Investition II dagegen würde das Absatzprogramm um ein neues Produkt erweitert. Infolge der zu Beginn notwendigen Einföhrungswerbung entstehe in diesem Fall in den ersten zwei Jahren ein Ausgabenüberschuß von 18.000.- DM/Jahr, in den folgenden acht Jahren ein Einnahmenüberschuß von 20.000.- DM/Jahr.

Unter Zugrundelegen eines landestöblichen langfristigen Zinsfußes von 8 % errechnen sich die Kapitalwerte der Investitionen wie folgt:

I.

$$C_I^1 = E_I^1 - A_I^1$$

$$C_I^1 = (E_1^1 - A_1^1) \cdot \frac{1}{q} + (E_2^1 - A_2^1) \cdot \frac{1}{q^2} \dots + (E_{10}^1 - A_{10}^1) \cdot \frac{1}{q^{10}} - A_0^1$$

Voraussetzungsgemäß gilt:

$$E_1^1 - A_1^1 = E_2^1 - A_2^1 = E_{10}^1 - A_{10}^1 = 10.000.-$$

$$\begin{aligned} C_I^1 &= (E_1^1 - A_1^1) \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1} \cdot \frac{1}{q^n} - A_0^1 \\ &= 10.000.- \cdot \frac{1,08^{10} - 1}{0,08} \cdot \frac{1}{1,08^{10}} - 50.000.- \end{aligned}$$

$$C_I^1 = 67.110.- \text{ ./}. 50.000.-$$

$$C_I^1 = 17.110.-$$

II.

$$C_{II}^2 = E_{II}^2 - A_{II}^2$$

$$C_{II}^2 = (E_1^2 - A_1^2) \cdot \frac{1}{q^n} + (E_2^2 - A_2^2) \cdot \frac{1}{q^2} \dots + (E_{10}^2 - A_{10}^2) \cdot \frac{1}{q^{10}} - A_0^2$$

Voraussetzungsgemäß gilt:

$$E_1^2 - A_1^2 = E_2^2 - A_2^2 = - 18.000.-$$

$$E_3^2 - A_3^2 = E_4^2 - A_4^2 = - 20.000.-$$

$$C_{II}^2 = (E_3^2 - A_3^2) \cdot \frac{q^{n-2} - 1}{q - 1} \cdot \frac{1}{q^n} - (E_1^2 - A_1^2) \cdot \frac{q^{n-8} - 1}{q - 1} \cdot \frac{1}{q^{n-8}} - A_0^2$$

$$C_{II}^2 = 98.520 - 32.093 - 50.000$$

$$C_{II}^2 = 16.427$$

Die Investition I hat den größeren Kapitalwert.

Dieses Beispiel zeigt u.E. treffend auf, wie problematisch es ist, die Entscheidung unter Zugrundelegen des Prinzips der Kapitalwertmaximierung zu fällen. So kann die Wahl der Investition II dann durchaus mit dem Gewinnmaximierungsprinzip vereinbar sein, wenn einerseits der Unternehmer aufgrund früherer Investitionen z.Zt. hohe Einnahmen erzielt und deshalb zu dem Ergebnis kommt, die bei Investition II in den ersten Jahren auftretenden hohen Werbungsausgaben ohne Liquiditätsschwierigkeiten auffangen zu können, um in späteren Jahren höhere Einnahmenüberschüsse zu erzielen, es ihm aber andererseits z.Zt. unmöglich ist, die bei Investition I eher zurückfließenden Einnahmen zu dem angenommenen Zinsfuß von 8 % zinsbringend anzulegen. Es kann aber auch genau so gut möglich sein, daß der Disponent die Investition II gar nicht näher in sein Kalkül einbezieht, weil er genau weiß, daß die hierzu notwendigen Mehrausgaben in den ersten zwei Jahren die Liquidität ernsthaft gefährden würden; und schließlich kann der Disponent es für möglich erachten, die bei Investition I eher zurückfließenden Einnahmen sofort reinvestieren zu können und zwar mit einer erheblich höheren als achtprozentigen Verzinsung; das Ergebnis stimmt aber auch hier nicht mit dem nach der Kapitalwertmethode ermittelten Ergebnis überein¹⁾.

Dervoreerwähnten Form der Optimumbestimmung steht eine andere Metho-

1) Vgl. hierzu auch die Kritik, die Moxter unter diesem speziellen Aspekt an der Kapitalwertmethode übt (Moxter, A., Der Einfluß der Amortisationsgeschwindigkeit auf die unternehmerische Investitionsrechnung, in: ZfhF 1959, S. 541 ff.).

de gegenüber, die Periodendurchschnittsrechnung. Bei dieser Methode werden die durchschnittlichen periodischen Aufwendungen und die durchschnittlichen periodischen Erträge der einzelnen Wahlmöglichkeiten gegenübergestellt.

Während also die Kapitalwertmethode die Gesamtheit der Einnahmen und Ausgaben auf den Gegenwartszeitpunkt abzinst, werden hier die Einnahmen und Ausgaben in Form durchschnittlicher Aufwendungen und durchschnittlicher Erträge periodisiert; so werden die Anschaffungsausgaben in Form anteiliger periodischer Anschaffungsausgaben = Abschreibung periodisiert und die bei Finanzierung mit Fremdkapital je nach den Tilgungsvereinbarungen zu zahlenden effektiven Zinsen in Form durchschnittlich zu zahlender Zinsen periodisiert. Bei Wahl der Periodendurchschnittsrechnung hätte die vorerwähnte Wirtschaftlichkeitsrechnung folgendes Aussehen:

	I	II
a) Aufwendungen:		
1) ant. Anschaffungsausgaben	5.000.-	5.000.-
2) Fremdkapitalzinsen	2.000.-	2.000.-
3) Betriebs- u. Reparaturkosten	20.000.-	30.000.-
4) ant. Kosten der Einführungswerbung	-	1.800.-
Summe der Aufwendungen	<u>27.000.-</u>	<u>38.800.-</u>
b) Ertrag	<u>30.000.-</u>	<u>44.400.-</u> ¹⁾
b) - a) Periodengewinn	<u>3.000.-</u>	<u>5.600.-</u>

Unterschiede in der Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investition treten also nur dann auf, wenn Differenzen zwischen dem Strom der tatsächlichen Ausgaben bzw. Einnahmen und dem Strom der durchschnittlichen Aufwendungen bzw. Erträge auftreten.

Nun bestand in unserem vorhin gewählten Beispiel eine erhebliche zeitliche Diskrepanz zwischen den Werbungsausgaben und den Werbungskosten, aufgrund derer sich ja die Unterschiedlichkeit des Ergebnisses ergab; man wird also einwenden können, daß eine - wenn auch vergrößernde - Berücksichtigung von Zinsen angemessener sei

1) Die Einnahmen sollen in den beiden ersten Jahren 24.000.- DM/Jahr, von da ab 52.000.- DM/Jahr betragen.

als eine Periodifizierung von Ausgaben ohne Berücksichtigung des Zeitpunktes ihrer Ausgabenwirksamkeit.

Andererseits ist jedoch zu sagen, daß derartige zeitliche Diskrepanzen - abgesehen von den Kosten der Einführungswerbung und den Kosten der Kreditbeschaffung - bei denjenigen Aufwendungen und Erträgen, die den Erfolg am meisten beeinflussen (Aufwendungen für Löhne, Material und Energie und den entsprechenden Ausgaben, Erträgen und den entsprechenden Einnahmen), nicht auftreten.

Hinzu kommt noch - und das erscheint hier ebenso wichtig -, daß der Disponent bei Optimumbestimmungen hinsichtlich einer zukünftig zu realisierenden Handlungsweise darauf angewiesen ist, Prognosen über die den Erfolg bestimmenden Faktoren anzustellen. Die Berücksichtigung zeitlicher und zahlenmäßiger Differenzen zwischen tatsächlichen Ausgaben bzw. Einnahmen und durchschnittlichen Aufwendungen und Erträgen würde vom Disponenten eine entsprechend differenzierte Zukunftsvorstellung verlangen. Die Gewinnung einer derart differenzierten Zukunftsvorstellung erscheint u.E. aber als eine wirklichkeitsfremde Annahme.

Für das hier zu diskutierende Problem ergibt sich aus diesen Überlegungen die Konsequenz, daß im Rahmen der Optimumbestimmung einzelner Unternehmungsvariablen, wie es die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer ist, die Anwendung der Periodendurchschnittsrechnung eine ebenso angemessene Lösung darstellt wie die Anwendung der Kapitalwertmethode.

Da die Periodendurchschnittsrechnung überdies den Vorteil aufweist, in ihrer rechnerischen Durchführung einfacher zu sein, wird im folgenden dieser Methode der Wirtschaftlichkeitsrechnung der Vorzug gegeben.

3) Als drittes sei die Problematik eingehender diskutiert, die mit der Einbeziehung des jeweiligen Verkaufspreises in die Wirtschaftlichkeitsrechnung zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer verbunden ist.

Die Einbeziehung des Verkaufspreises in die Optimumbestimmung wirft die Frage auf, ob und in welcher Weise ein Preis für die Altanlage zustandekommt.

a) Die Existenz eines Verkaufspreises setzt das Bestehen eines Marktes für das betreffende Gut voraus. Nun kann man aber angesichts der zunehmenden Spezialisierung der industriellen Fertigung und damit auch der Fertigungsanlagen annehmen, daß für einen Teil der Altmaschinen wegen ihres hohen Spezialisierungsgrades kein Nachfrager auftreten kann. Für diese Fälle ist also im Verlauf der Nutzung ein Verkaufspreis, der die Differenz zwischen Schrotterlös und Demontagekosten übersteigt, nicht denkbar.

b) Sehen wir aber von der oben getroffenen Einschränkung einmal ab, so ist zu prüfen,

- 1) in welcher Weise der Verkäufer seinen Angebotspreis für die Altanlage fixiert,
- 2) warum der Käufer statt einer neuen Anlage eine Altanlage nachfragt.

Zu diesem Zweck wollen wir neben den diesem Teil der Arbeit zugrundeliegenden Prämissen - vollkommene Voraussicht und stationäres System - noch expressis verbis auf folgende Prämissen hinweisen, die zwar allen theoretischen Analysen zugrundeliegen, jedoch in diesem Zusammenhang als besonders wichtig erscheinen:

- a) Alle Marktteilnehmer sind in ihren Entscheidungen ausschließlich durch das Rationalprinzip bestimmt; das bedeutet vor allem, daß sie keine Präferenzen für eine neue Anlage hegen.
- b) Jedem Marktteilnehmer ist es möglich, genügend finanzielle Mittel (Eigen- oder Fremdkapital) bereitzustellen, um sowohl eine alte Maschine als auch eine neue Maschine zu kaufen; es bestehen also keine finanziellen Engpässe, aufgrund derer ein Unternehmer die als optimal erscheinende Wahlmöglichkeit nicht realisieren könnte.

Ein Unternehmer habe - so wollen wir zur besseren Verdeutlichung unterstellen - eine Anlage n Jahre lang genutzt und überlege, ob es wirtschaftlich sei, die in Betrieb befindliche Anlage durch eine neue identische zu ersetzen. Der Ersatz der Altanlage, so wird er dem Rationalprinzip gemäß folgern, wird nur unter der Bedingung vorteilhaft sein, daß die durchschnittlichen Kosten der Anlagennutzung bei Vornahme der Ersatzinvestition nicht höher sind als die

durchschnittlichen Kosten der im Augenblick installierten Maschine.

Er wird deshalb zur Fixierung des Angebotspreises zunächst den Preis bestimmen, der es ihm gerade noch als vorteilhaft erscheinen läßt, die Anlage jetzt zu verkaufen. Dieser Ausgangspreis erhöht sich noch um die Kosten der Demontage der Altanlage und der Montage der neuen Anlage und eventuell um die Kosten aus der vorübergehenden Stilllegung der Produktion, da ja diese Kosten beim Weiterbetrieb der alten Anlage nicht anfallen würden.

Gefragt ist nun, ob zu diesem Preis ein Nachfrager auftritt. Wir wollen zunächst voraussetzen, daß die Verwendungsart der Maschine eindeutig fixiert ist, d.h. daß mit der betreffenden Anlage nur ein ganz spezifischer Arbeitsgang vorgenommen werden kann. Ferner sei die Unterstellung getroffen, daß das qualitative Niveau der auf der Anlage produzierten Güter nicht durch die Nutzungsdauer beeinflusst wird. In diesem Fall wird ein potentieller Käufer die Anlage nachfragen, um diese der bisherigen Verwendungsart wiederum zuzuführen.

Da alle Marktpartner, wie wir es unterstellt haben, ausschließlich nach dem Rationalprinzip handeln, werden die potentiellen Käufer ebenfalls eine Wirtschaftlichkeitsrechnung aufstellen, um zu prüfen, ob der Erwerb der Altanlage zu dem vom Verkäufer geforderten Preis vorteilhafter sei als der Erwerb einer neuen Anlage. Das Ergebnis der Rechnung eines potentiellen Käufers wird nicht von dem des potentiellen Verkäufers abweichen; auch er wird zu dem Ergebnis kommen, daß die Anschaffung einer neuen Anlage vorteilhafter ist. Würde dagegen der Verkäufer den zunächst errechneten Preis unterschreiten, so würde er gegen das Rationalprinzip verstoßen.

Nun ist es aber ebenso gut möglich, daß

- a) die Verwendungsart der Maschine nicht eindeutig festgelegt ist,
- b) das qualitative Niveau der Leistung mit fortschreitender Nutzungsdauer abnimmt¹⁾.

1) Hier ist nicht die Unterscheidung gemeint, die Lutz (a.a.O., S. 101) vornimmt. Lutz gliedert die Anlagen in einen "constant efficiency type" (z.B. Glühbirnen) und in einen "diminishing efficiency type" (Maschinen und Gebäude). Die hier vorgenommene Systematisierung umschließt nicht den zuerst genannten Typ, sondern ist lediglich

Forts. d. Fußn. s. S. 28

So kommt es z.B. häufig vor, daß Anlagen, die zu Präzisionsarbeiten verwandt werden (Präzisionsdrehbänke, Bohrmaschinen), aufgrund des Nachlassens der Präzision nicht mehr in ihrer ursprünglichen Zwecksetzung genutzt werden können und deshalb verkauft werden an Unternehmungen, für die Maschinen größerer Toleranzen durchaus genügen; oder sie werden im gleichen Betrieb zu anderen Vorrichtungen benutzt.

Es ist nun zu prüfen, unter welchen Bedingungen ein Verkaufserlös für eine bereits genutzte Anlage, der die Demontagekosten übersteigt, erzielt werden kann.

Zu diesem Zweck erscheint es unumgänglich, die im vorigen getroffene Unterscheidung in Anlagen mit qualitativ gleichbleibenden Niveau und Anlagen mit qualitativ abnehmenden Niveau näher zu analysieren.

Es ist klar, daß jede Anlage - insoweit trifft die Unterscheidung von Lutz zu - vom Zeitpunkt ihrer Installation eine technische Minderung ihres qualitativen Niveaus erfährt; diese technische Minderung verursacht aber nicht notwendig eine Verminderung des Ertrages aus der Produktion. Und zwar wird die technische Minderung ökonomisch solange nicht relevant, wie die Anlage für die Zwecksetzung geeignet ist, für die sie beschafft worden ist. So unterliegt z.B. eine Walzstraße vom Zeitpunkt ihrer Errichtung an einer Minderung ihres qualitativen Niveaus; solange aber auf dieser Walzstraße Bleche innerhalb der gewünschten Toleranzen gewalzt werden können, ist diese Minderung ökonomisch nicht von Belang; denn der Ertrag aus der Produktion wird hierdurch nicht beeinflusst. Das "technisch minimal zulässige qualitative Niveau"¹⁾ einer Anlage ist also eine konstante und dadurch definiert, daß der Ertrag bis zu dieser Abnahme des qualitativen Niveaus nicht beeinflusst wird.

Aus dem Vorhergesagten ergibt sich eine wesentliche Schlußfolgerung für den Zusammenhang zwischen Reparaturkosten und qualitativem Ni-

1) Der Verf. hat sich hier einer verkürzenden Ausdrucksweise bedient; die exakte Formulierung wäre "das technisch gerade noch zulässige Minimum für das qualitative Niveau einer Anlage".

Forts. d. Fußn. v. S. 27

lich eine weitere Unterteilung des zweiten Typs, da u.E. der Begriff "Anlage" gar nicht den "constant efficiency type" im Sinne der obigen Definition umfaßt.

veau; Reparaturkosten werden aufgewendet, um a) das Absinken des qualitativen Niveaus zeitlich zu verzögern, b) um das Unterschreiten der technisch minimalen Grenze zu vermeiden. Je höher nun das absolute qualitative Niveau einer Anlage ist, um so höher werden im allgemeinen auch die Reparaturkosten sein, die zur Aufrechterhaltung des qualitativen Niveaus aufgewendet werden müssen. Überdies steigen die Reparaturkosten zur Aufrechterhaltung des geforderten qualitativen Niveaus mit fortschreitender Nutzungsdauer.

Diese Entwicklung wird für den Disponenten der Anlaß sein zu der Überlegung, ob es sinnvoll ist, die Anlage weiterhin auf dem für die ursprüngliche Zwecksetzung geforderten qualitativen Niveau zu halten oder aber - und das ist hier ausschlaggebend - die Anlage einer Verwendung zuzuführen, deren qualitatives Niveau auf einer unter dem ursprünglichen Niveau gelegenen Stufe liegt. Das Ergebnis wird in entscheidendem Maße davon abhängen, wie hoch einerseits die Reparaturkosten zur Aufrechterhaltung des bisherigen qualitativen Niveaus sind, andererseits von dem Ertrag aus der Überführung in das darunterliegende qualitative Niveau.

Wir wollen zur näheren Verdeutlichung folgenden Fall unterstellen: Ein Unternehmer habe eine Anlage A installiert, deren technisch minimal zulässiges qualitatives Niveau Q_1 sein soll. Nach Ablauf von t_n Jahren sei das qualitative Niveau auf Q_1 gesunken. Der Disponent hat jetzt zwischen folgenden Wahlmöglichkeiten zu entscheiden:

- a) die Anlage A durch Auswechseln bestimmter Teile und eine Generalüberholung wieder über das ökonomisch geforderte technisch minimale qualitative Niveau anzuheben,
- b) die Anlage A einer anderen Verwendung zuzuführen, die ein geringeres qualitatives Niveau beansprucht - wir wollen annehmen, daß der Disponent nur den Verkauf der Anlage erwäge, nicht dagegen einen anderweitigen Einsatz im eigenen Betrieb¹⁾.

1) Diese Alternativenbildung ist unvollständig; jedoch wollen wir der Einfachheit halber nur diese Wahlmöglichkeiten betrachten, die dem Disponenten bei sofortiger Umstellung gegeben sind. In Wirklichkeit wird der Disponent mehrere alternative Umstellungszeitpunkte in sein Kalkül einbeziehen; dies ändert jedoch grundsätzlich nicht die Diskussion über die Höhe eines eventuellen Verkaufspreises.

Da in diesem Zusammenhang nur die Alternative b) interessiert, ist zu prüfen, durch welche Faktoren ein möglicher Verkaufspreis für die Anlage A bestimmt ist.

1) Die Möglichkeit des Verkaufs der Altanlage ist an das Vorhandensein eines niedrigeren qualitativen Niveaus gebunden, innerhalb dessen die Altanlage eingesetzt werden kann. Ausschlaggebend für die Existenz eines solchen Niveaus ist neben dem Spezialisierungsgrad der Altanlage¹⁾ die absolute Höhe des bisherigen qualitativen Niveaus, je höher das bisherige Niveau war, um so mehr Stufen sind unterhalb dieses Niveaus denkbar; je geringer der Spezialisierungsgrad ist, um so mehr potentielle Nachfrager sind denkbar.

2) Für die Höhe des Verkaufspreises sind drei Bestimmungsfaktoren ausschlaggebend:

- a) die Preise der Produktionsmittel, die auf dieser zweiten Stufe mit der Altanlage konkurrieren,
- b) die Zeitspanne, innerhalb der die Altanlage oberhalb des hier gesetzten technisch minimal zulässigen qualitativen Niveaus bleibt; so kann die Abnahme des qualitativen Niveaus in gleichen Raten erfolgen wie auf der Stufe Q_1 , sie kann sich verlangsamen, sie kann aber auch in steigenden Raten abnehmen,
- c) die Reparaturkosten der Altanlage im Vergleich zu den Reparaturkosten der konkurrierenden Produktionsmittel.

Je höher die Preise der konkurrierenden Produktionsmittel sind, je länger die Zeitspanne, in der die Anlage oberhalb des hier gesetzten qualitativen Niveaus verbleibt, um so höher wird der die Demontagekosten übersteigende Erlös für die Altanlage sein.

Daß in praxi häufig gebrauchte Anlagen gehandelt werden, ist eine Folge mehrerer Ursachen, die größtenteils in dem nicht stationären Charakter der Wirtschaft gründen. Als ein Hauptgrund ist der - durch unsere Prämissen ausgeschlossene - technische Fortschritt zu nennen; der Betrieb technisch verbesserter Anlagen ist in der Regel mit relativ höheren Fixkosten und relativ geringeren variablen Kosten verbunden und bringt deshalb häufig erst für Unternehmungen

1) Der unter a) genannte Fall ist also nur ein Grenzfall bzw. Spezialfall des hier gebrachten.

von einem bestimmten Produktionsvolumen ab eine echte Kostenersparnis. Unternehmungen mit einem geringen Produktionsvolumen produzieren deshalb häufig kostengünstiger mit den alten Maschinen. Ebenfalls ist oft die Deckung des mit der Anschaffung einer neuen Anlage verbundenen Kapitalbedarfs nicht möglich, so daß man wegen des finanziellen Engpasses gezwungen ist, alte Anlagen zu beschaffen. Und schließlich sind infolge der Ungewißheit der Zukunft - dies wird im letzten Teil der Arbeit zu diskutieren sein - die Zukunftsvorstellungen der Unternehmer so verschiedenartig, daß auch aufgrund der unterschiedlichen Beurteilung der zukünftigen Geschehnisse ein Preis für eine Altanlage, der höher ist als die Summe aus Schrottpreis, Demontagekosten und Remontagekosten, durchaus denkbar ist.

Kapitel II

Lösungsvorschlag zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer anhand eines statischen Modells

Vorbemerkungen

Bei Ausarbeitung eines Entscheidungskriteriums zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Annahme stationärer Bedingungen im Zeitablauf, die anhand eines Modells erfolgen soll, liegt die Zwecksetzung zugrunde, eine Ausgangsposition und Grundlage für die weitere Analyse zu schaffen. Die Notwendigkeit, das Prinzipielle herauszustellen, bedingt die Einführung stark vereinfachender Prämissen.

Die Untersuchung sei entsprechend der im vorigen Kapitel vorgenommenen Typisierung der Anlagen unter zwei verschiedenen Annahmen durchgeführt. Zunächst sei die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer derjenigen Anlagen analysiert, für die ein Verkaufspreis bei Vorliegen stationärer Bedingungen als nicht relevant für die Optimumbestimmung erkannt wurde (Anlagen des Typs A). Alsdann sei der Anlagentyp untersucht, für den aufgrund der Abnahme des qualitativen Niveaus ein Verkaufspreis als wesentlich für die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer anzusehen ist (Anlagen des Typs B). Die Optimumbestimmung wird unter Anwendung der Periodendurchschnittsrechnung durchgeführt, weil der Verf. dieser Methode die höhere Anschaulichkeit zuzieht.

§ 1: Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einer Anlage vom Typ A

A. Die Prämissen des Grundmodells

Der Ableitung des Grundmodells liegen folgende Annahmen zugrunde:

- 1) Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer vollziehe sich innerhalb einer stationären Wirtschaft; das bedeutet, daß im Investitionskalkül des Unternehmers dynamischen Größen, insbesondere dem technischen Fortschritt, keine Bedeutung beizumessen ist.
- 2) Der Unternehmer habe vollkommene Voraussicht hinsichtlich der zukünftigen Geschehnisse. Die Einführung dieser Prämisse besagt,

daß den aufgestellten Zukunftsrechnungen sichere Daten und nicht mit mehr oder minder großer Ungewißheit behaftete Erwartungen zugrundeliegen.

- 3) Der Unternehmer habe die Unternehmung für einen solch langen Zeitraum geplant, daß seine Entscheidung über die zu realisierende Nutzungsdauer sowohl bei der Neuinvestition als auch bei weiteren Ersatzinvestitionen nicht durch die Beendigung der Unternehmung beeinflußt wird.
- 4) Die Absatzmenge sei im Zeitablauf gleich hoch.
- 5) Die Preise der vom Unternehmer eingesetzten Produktionsmittel, der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe und der Absatzgüter seien über den gesamten Planungszeitraum konstant.
- 6) Der Schrotterlös der Anlage bei ihrer Außerdienststellung sei den Demontagekosten gleich. (Die Einführung dieser Prämisse bedeutet lediglich eine rechentechnische Vereinfachung).

B. Analyse der einzelnen Kostenarten

1) Die anteiligen Anschaffungsausgaben

Die jeder Periode als Abschreibung zuzurechnenden anteiligen Anschaffungsausgaben stehen in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer; mit zunehmender Nutzungsdauer verteilt sich der Abschreibungsausgangsbetrag auf eine wachsende Anzahl von Perioden. Als Maßstab für die Höhe des jeder Periode anzulastenden Teils der Anschaffungsausgaben ist sowohl die ausgebrachte Leistungsmenge dieser Periode im Verhältnis zur Gesamtleistungsmenge als auch die Zeit denkbar. Da der Disponent im allgemeinen bei der Planung der Nutzungsdauer von der durchschnittlich erreichbaren Kapazitätsausnutzung der Anlage je Periode ausgeht¹⁾, führt die Wahl beider möglicher Schlüssel zum gleichen Ergebnis.

Der Funktionalzusammenhang zwischen der Nutzungsdauer und den der Periode zuzurechnenden anteiligen Anschaffungsausgaben läßt sich nun folgendermaßen verdeutlichen:

Wenn der Abschreibungsbetrag/Jahr mit $y(A)$, die Anschaffungsausgaben (einschließlich der Anschaffungsnebenkosten) mit A und die Nut-

1) Vgl. S. 20

zungsdauer in Jahren mit x bezeichnet wird, so gilt:

$$y_{(A)} = A \cdot \frac{1}{x} \quad \text{bzw.} \quad y_{(A)} \cdot x = A$$

Da A eine Konstante ist, stellt y eine eindeutige Funktion von x dar.

2) Die Zinsen

Legt man - wie es im Folgenden geschehen soll - den pagatorischen Kostenbegriff zugrunde, so ist die Einbeziehung von Zinsen in die Optimumbestimmung nur insoweit notwendig und gerechtfertigt, als den in die Rechnung einzubeziehenden durchschnittlichen Zinsaufwendungen tatsächliche Zinsausgaben für die Inanspruchnahme von Fremdkapital gegenüberstehen¹⁾. Das bedeutet, daß vor der Ermittlung von durchschnittlichen Zinsaufwendungen die Art der Finanzierung festzulegen ist; darüberhinaus ist im Fall der Finanzierung mit Fremdkapital der Modus der Tilgung zu bestimmen.

Um den Einfluß der Zinsen auf die Höhe der von der Nutzung unabhängigen Kosten darzustellen, wollen wir den Kapitaldienst (d.i. die Summe aus anteiligen Anschaffungsausgaben und durchschnittlichen Zinsaufwendungen) unter Annahme drei verschiedener Finanzierungsarten an einem Beispiel verdeutlichen.

Ein Unternehmer erwäge die Investition einer Anlage, deren Anschaffungsausgabe 100.000.- DM betragen soll. Er will den Kapitaldienst der Anlage für folgende drei verschiedenen Finanzierungsarten ermitteln.

Im Fall a) finanziere er ausschließlich mit Eigenkapital,

im Fall b) finanziere er mit einem Kredit in Höhe von 100.000.- DM der mit einem Zinssatz von 8 %/anno zu verzinsen ist und in 10 Raten à 10.000.- DM zu tilgen ist,

im Fall c) finanziere er ebenfalls mit einem Kredit von 100.000.- DM zum gleichen Zinssatz wie bei b), der jedoch in 5 jährlichen Raten zu 20.000.- DM zu tilgen ist.

1) Vgl. Koch, H., Zur Diskussion über den Kostenbegriff, in: ZfhF 1958, S. 355. Zur Methode der Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unterschiedlicher Inanspruchnahme von Eigenkapital siehe S. 67 und S. 70 ff.

Zu a): Hier bestehen die Kosten des Kapitaldienstes nur aus den anteiligen Anschaffungsausgaben. Sie betragen bei einer Nutzungsdauer

von einem Jahr 100.000.-/Jahr

zwei Jahren 50.000.-/Jahr

usw.

zehn Jahren 10.000.-/Jahr.

Zu b): Die neben den Anschaffungsausgaben zu berücksichtigenden Zinszahlungen betragen entsprechend dem Tilgungsmodus¹⁾:

im 1. Jahr 8 % von 100.000.- = 8.000.-

im 2. Jahr 8 % von 90.000.- = 7.200.-

usw.

im 10. Jahr 8 % von 10.000.- = 800.-.

Die Summe der Zinszahlungen beträgt (Summenformel der arithmetischen Reihe):

$$s = \frac{a + z}{2} \cdot n = \frac{8.000.- + 800.-}{2} \cdot 10 = 44.000.- \text{ DM}$$

Zu c): Entsprechend der unter b) durchgeführten Rechnung beträgt hier die Summe der zu zahlenden Zinsen:

$$s = \frac{a + z}{2} \cdot n = \frac{8.000.- + 1.600.-}{2} \cdot 5 = 24.000.- \text{ DM}$$

Die je nach der Art der Finanzierung variierenden Kosten des Kapitaldienstes sind in folgender Tabelle zusammengestellt und im anschließenden Schaubild verdeutlicht²⁾:

1) Die Tilgung und Zinszahlung werde jeweils am Ende des Jahres fällig.

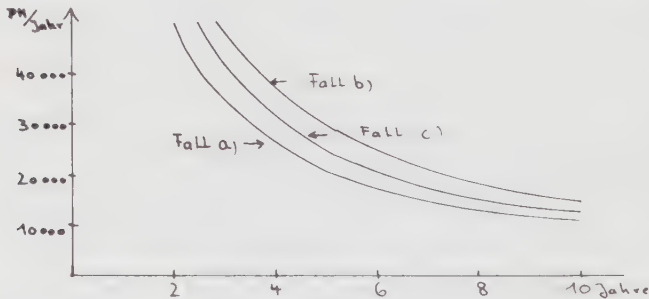
2) Aufgrund der Tatsache, daß der Kapitaldienst im Fall a) am geringsten ist, darf nun keineswegs geschlossen werden, daß die Finanzierung mit Eigenkapital in dem untersuchten Beispiel die vorteilhafteste sei; eine Gegenüberstellung der Alternativen zum Zwecke der Bestimmung der optimalen Finanzierung ist nicht möglich; denn der Einfluß, den die unterschiedlichen Tilgungsverpflichtungen im Fall b) und c) auf die Liquidität der zukünftigen Perioden ausüben und die im Fall a) mögliche anderweitige Verwendung der Abschreibungserlöse sind ja gar nicht in der Rechnung berücksichtigt. Die Alternativen sind also ohne konkrete Annahmen über den zukünftigen Kapitalbedarf bzw. die Verwendung der Einnahmenüberschüsse gar nicht vergleichbar. In unserem Beispiel sind wir vielmehr davon ausgegangen, daß die Frage der optimalen Finanzierung bereits entschieden sei.

Zwar läßt die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Kosten des Kapitaldienstes zumindest tendenziell gewisse Rückschlüsse zu.

Nutzungsdauer

Kapitaldienst

	a)	b)	c)
1 Jahr	100.000	144.000	124.000
2 Jahre	50.000	72.000	62.000
3 Jahre	33.330	48.000	41.340
4 Jahre	25.000	36.000	31.000
5 Jahre	20.000	28.000	24.800
6 Jahre	16.670	24.000	20.670
7 Jahre	14.370	20.570	17.720
8 Jahre	12.500	18.000	15.500
9 Jahre	11.110	16.000	13.780
10 Jahre	10.000	14.400	12.400



Forts. d. Fußn. v. S. 35

Wenn der Disponent die im Fall b) genannte Finanzierungsmethode als optimal realisiert, dann ist er doch offenbar nur deshalb bereit, die im Vergleich zu Fall c) höheren Kosten der Kreditbereitstellung zu zahlen, wenn er sich aus der Verwendung der Abschreibungserlöse, die im Fall b) in den ersten Jahren weniger zur Tilgung verwendet werden müssen als im Fall c), einen Gewinn verspricht, der die höheren Kosten der Kreditierung überkompensiert. Das Vorliegen solcher Bedingungen ist typisch für Unternehmungen, die die Abschreibungserlöse sofort wieder investieren, die sich also in einer Expansion befinden; denn eine zinsbringende Verwendung außerhalb des Unternehmens, die einen höheren als den für Fremdkapital zu zahlenden Zins erwirtschaftet, ist schwer vorstellbar. Umgekehrt wird der Unternehmer der Eigenfinanzierung dann den Vorzug geben, wenn der Gewinn aus einer anderweitigen Verwendung nicht so hoch ist wie die zu zahlenden Fremdkapitalzinsen. Eine solche finanzielle Situation ist typisch für Unternehmen, die in ihrem Wachstum stagnieren.

Unter der Voraussetzung, daß die Tilgung des Fremdkapitals vom ersten Jahr an in gleichen Jahresraten erfolgt, läßt sich die Höhe des Kapitaldienstes allgemein durch folgende Formel bestimmen:

$$K = \frac{A + \frac{a + z}{2} \cdot t}{n}$$

Es bedeuten:

K = Kapitaldienst/Jahr, A = Anschaffungsausgaben, a = im ersten Jahr zu zahlende Zinsen, z = Zinsen der letzten Tilgungsrate, t = Tilgungszeitraum.

3) Die Reparaturkosten

Unter dem Begriff Reparaturkosten subsumiert man im allgemeinen alle die Kosten, die zur Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit einer Anlage aufgewendet werden müssen.

Die Kosten der Instandsetzung sind in ihrer Höhe in erster Linie von der Nutzungsdauer abhängig; zudem wird aber die Höhe dieser Kosten durch die Kosten, die für die Erhaltung der Gebrauchsfähigkeit der Anlage aufgewendet werden, mitbestimmt; denn es ist klar, je intensiver und sorgfältiger die Wartung und Pflege einer Anlage betrieben wird, um so geringer sind die Reparaturkosten und umgekehrt. Im folgenden wollen wir jedoch die Interdependenz zwischen den Kosten der Instandsetzung einerseits und den Kosten der Instandhaltung andererseits vernachlässigen - der Einfachheit halber sei unterstellt, die Wartung und Pflege der Anlage werde mit der üblichen Sorgfalt vorgenommen - und lediglich die Abhängigkeit der Reparaturkosten von der Nutzungsdauer zu analysieren versuchen. Die Erfahrung lehrt, daß eine Abhängigkeit der Reparaturkosten von der Nutzungsdauer in der Weise gegeben ist, daß mit fortschreiten der Nutzungsdauer die Reparaturkosten zunehmen.

Als erster Weg für eine nähere Quantifizierung dieses Zusammenhangs bietet sich eine empirische Untersuchung an mit dem Ziel, aus einer Vielzahl von Reparaturkostenverläufen einzelner vergleichbarer Anlagen innerhalb einer Branche - z.B. Hochöfen in der eisen-schaffenden Industrie, Siemens-Martinöfen in der Stahlindustrie, Zementmühlen in der Zementindustrie - eine für diese spezifische Anlage als repräsentativ anzusehende Reparaturkostenkurve in Abhängigkeit von

der Nutzungsdauer zu ermitteln¹⁾.

Ein solcher Weg indessen erscheint für die Zielsetzung dieser Arbeit nicht gangbar, weil es im Rahmen einer allgemeinen Analyse nicht die Frage nach dem Optimum der Nutzungsdauer spezieller Anlagen zu beantworten gilt, sondern es wesentlich erscheint, die allgemeinen Bedingungen aufzuzeigen, die zur Optimumbestimmung der Nutzungsdauer erfüllt sein müssen.

Wir wollen im folgenden davon ausgehen, daß ein funktionaler Zusammenhang zwischen Reparaturkosten und Nutzungsdauer besteht; und zwar wollen wir über diese Annahme hinaus unterstellen, daß die Abhängigkeit der Reparaturkosten von der Nutzungsdauer durch eine stetige Funktion bzw. durch die Summe aus innerhalb gewisser Intervalle stetigen Funktionen repräsentiert sei. Diese Annahme zeitigt für das hier zu diskutierende Problem die Konsequenz, daß Δx und Δy nicht mehr diskrete Größen wie z.B. Jahre, Monate oder DM/Jahr darstellen dürfen, sondern daß Δx gegen Null streben muß, d. h. daß die Änderungen von x unendlich klein anzunehmen sind. Als typisch für den Reparaturkostenverlauf ist, wie im folgenden näher auszuführen ist, die Funktion

$$y_{(R)} = m \cdot x^b$$

anzusehen.

Es bedeuten: $y_{(R)}$ = Reparaturkosten/Zeiteinheit, x = Nutzungsdauer, b , m = Maßstäbe für den Anstieg der Reparaturkosten/Zeiteinheit. Unter diese Funktion lassen sich subsumieren:

- a) der Fall eines gleichbleibenden Reparaturkostenverlaufs. (Die Bedingung lautet: $y = K$). Dieser Fall soll jedoch wegen seiner fehlenden Wirklichkeitsnähe nicht weiter untersucht werden.
- b) der Fall gleichbleibend steigender Reparaturkosten ($b = 1$),
- c) der Fall progressiv steigender Reparaturkosten ($b > 1$).

Als unrealistisch bleibt ebenfalls eine so starke Progression der Reparaturkosten außer Betracht, die nur durch eine Exponentialfunktion $y_{(R)} = m \cdot b^x$ allgemein wiedergegeben werden könnte.

1) Die Aufstellung solcher repräsentativer Reparaturkostenverläufe hat Terborgh vorgenommen (Terborgh, G., Dynamic Equipment Policy, New York 1949, S. 68 ff.).

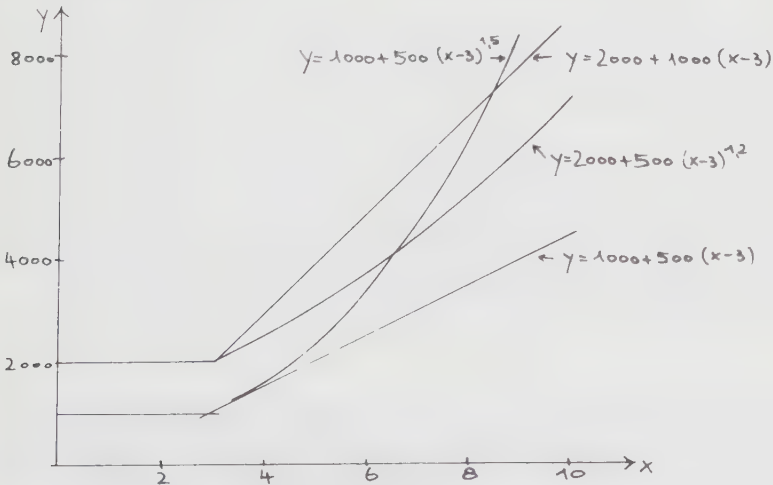
Von den beiden Parametern, dem Steigungsmaß m und dem Exponenten b , ist die Bestimmung von b besonders problematisch, da durch den Exponenten das Maß der über das proportionale Anwachsen der Reparaturkosten hinausgehenden Zunahme festgelegt wird. Funktionen mit einem Exponenten $b > 2$ dürften deshalb ebenfalls unrealistisch sein.

In der bisherigen Diskussion gingen wir davon aus, daß die Reparaturkosten gleich von der Inbetriebnahme der Anlage ab einen steigenden Verlauf haben. In vielen Fällen dürfte es aber wohl so sein, daß in den ersten Perioden der Nutzung die Reparaturkosten konstant sind bzw. ganz entfallen und erst von einem gewissen Zeitpunkt an steigen. Wenn es nun im konkreten Fall realistischer ist, von einer zeitlichen Verschiebung des Ansteigens der Reparaturkosten gegenüber der Inbetriebnahme auszugehen, so läßt sich das mathematisch durch eine Phasenverschiebung der Reparaturkostenkurve in Richtung der positiven x -Achse darstellen¹⁾. Die Reparaturkostenkurve genügt dann folgender Funktionsgleichung:

$$y(R)_1 = K \quad (0 < x < x_c)$$

$$y = K + m (x - x_c)^b \quad (x \geq x_c)$$

Das folgende Schaubild zeigt einige Beispiele:



1) Fußn. s. S. 40

Eine weitere Modifikation der bisher dargestellten Abhängigkeit der Reparaturkosten von der Nutzungsdauer ergibt sich aus der Berücksichtigung der Tatsache, daß bei einer Reihe von Anlagen die Reparaturkosten nicht stetig, wie bisher angenommen, verlaufen, sondern, verursacht durch Großreparaturen bzw. Generalüberholungen, sprungartig ansteigen. Es ist unter diesem Aspekt sowohl der Fall denkbar, daß die Reparaturkosten konstant sind und diese Sprünge aufweisen, als auch der Fall, daß die Reparaturkosten stetig steigen und diese Sprünge aufweisen. Da solche Generalüberholungen eine langfristige Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit bewirken, ist eine Periodisierung dieser Ausgaben notwendig.

Zur Lösung dieses Problems wird vorgeschlagen, die Ausgaben für Großreparaturen von vornherein den Anschaffungsausgaben zuzurechnen und mit diesen zusammen auf die Nutzungsdauer zu verteilen¹⁾. Dieser Methode wohnt jedoch ein Widerspruch inne, denn man kann ja die tatsächlich durchzuführenden Großreparaturen nicht ermitteln, ohne die zu realisierende Nutzungsdauer zu kennen; die Ermittlung der zu realisierenden Nutzungsdauer aber ist Gegenstand der Wirtschaftlichkeitsrechnung!

Zu einer richtigen Periodisierung der Ausgaben für Großreparaturen ist es deshalb allein zweckmäßig, die Ausgaben für Großreparaturen vom Zeitpunkt ihres Anfallens beginnend anteilig auf die folgenden Perioden der Nutzung zu verteilen.

Für eine Verteilung der Kosten der Großreparaturen sind zwei Wege gangbar, deren Zweckmäßigkeit von dem zugrundeliegenden Tatbestand

1) Vgl. Kosiol, E., Anlagenrechnung, Wiesbaden 1955, S. 86. Kosiol führt aus: "Die betriebswirtschaftlich klarste... Methode ist die, sämtliche langfristigen Instandsetzungen (einschl. der Generalüberholungen) während der ganzen Nutzungsdauer von vornherein in die Abschreibungssumme aufzunehmen."

Fußn. v. S. 39

1) Der hier vorliegende theoretische Sachverhalt (in der ersten Zeiteinheit der Nutzung entstehen bereits Reparaturkosten) läßt sich nur schwer interpretieren. Dennoch erscheint die Ausarbeitung dieses Typs von Funktionen für die approximative Verifikation in der Empirie von Bedeutung, da in vielen Fällen die Annahme eines solchen Reparaturkostenverlaufs in den ersten Jahren der Nutzung der Realität entspricht.

abhängig ist.

a) Zum einen ist es denkbar, daß Großreparaturen identisch in regelmäßigen Abständen wiederkehren (z.B. Auswechseln des Motors und des Getriebes nach n Laufstunden). In diesem Fall kann man die Kosten der Großreparatur denjenigen Perioden zurechnen, in denen das betreffende Austauschaggregat genutzt wird.

b) Zum andern ist es denkbar, daß der Einfluß einer Großreparatur auf die zukünftige Gebrauchsfähigkeit einer Anlage nicht oder nur sehr vage einem bestimmten nach oben begrenzten Zeitraum zugerechnet werden kann.

Je nach dem im konkreten Fall vorliegenden Sachverhalt wird die Methode der Verteilung der Kosten der Großreparaturen variieren.

Zunächst seien die Gleichungen der Großreparaturen für den Fall b) abgeleitet.

Bezeichnen wir die Großreparaturen mit $G_1, G_2 \dots G_n$, die Zeitpunkte, zu denen sie notwendig sind, mit $x_1, x_2 \dots x_n$, dann lautet die allgemeine Gleichung für die Verteilung der ersten Großreparatur:

$$y_{(R)1} = \frac{G_1}{x-x_1} = \frac{G_1}{f_1}, \text{ der } n\text{-ten Großreparatur } y_{(R)n} = \frac{G_n}{x-x_n} = \frac{G_n}{f_n}$$

$$(f_1 > 0) \qquad (f_n > 0)$$

Liegen nun die unter a) beschriebenen Bedingungen vor, dann ist der Gültigkeitsbereich der Funktion nicht nur nach unten, sondern auch nach oben einguzugrenzen, und zwar durch die Bedingungen:

$$\text{für } y_{(R)} = \frac{G_1}{x-x_1} = \frac{G_1}{f_1} \quad (x_1 < f_1 < x_2)$$

$$y_{(R)} = \frac{G_n}{x-x_n} = \frac{G_n}{f_n} \quad (x_n < f_n < x_{n+1})$$

Wir hatten, so können wir zusammenfassend abschließen, als typisch für den Verlauf der Reparaturkosten zunächst die Funktion:

$$1) y_{(R)} = m \cdot x^b$$

herausgestellt bzw. für den Fall, daß die Reparaturkosten erst nach einem gewissen Zeitraum zu steigen beginnen:

$$2) y_{(R)} = K \quad (0 \leq x \leq x_c)$$

$$y = K + (x - x_c)^b \quad (x \geq x_c)$$

Da die Gleichung 2) die Gleichung 1) einschließt ($c = 0$, $K = 0$), ist diese Funktion als repräsentativ für die stetig steigenden Reparaturkosten anzusehen.

Im Anschluß hieran hatten wir den Funktionalzusammenhang zwischen der Stetigkeit des Anstiegs der Reparaturkostenfunktion aufhebenden Großreparaturen und der Nutzungsdauer analysiert.

Die repräsentative Funktion aller Reparaturkosten ist die Summe der für die jeweiligen Tatbestände repräsentativen Funktionen, also:

$$y_{(R)} = K + m \cdot (x - x_c)^b + \frac{G_1}{f_1} + \frac{G_2}{f_2} + \dots + \frac{G_n}{f_n} \quad (0 < f_j) \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{bzw.} \\ y_{(R)} = K + m \cdot (x - x_c)^b + \frac{G_1}{f_1} + \frac{G_2}{f_2} + \dots + \frac{G_n}{f_n} \quad (x_n < f_n < x_{n+1})$$

C. Die Optimumbestimmung

Die optimale Nutzungsdauer hatten wir definiert als diejenige unter mehreren realisierbaren Nutzungsdauern, bei der die durchschnittlichen Kosten der Anlagenutzung minimiert werden.

Da die anteiligen Anschaffungsausgaben/Periode und mit ihnen bei Inanspruchnahme von Fremdkapital die Zinskosten je Periode mit zunehmender Nutzungsdauer stetig fallen, die Reparaturkosten dagegen mit zunehmender Nutzungsdauer von Jahr zu Jahr steigen, ist der Zeitpunkt für die Beendigung der Nutzungsdauer optimal, in dem die Abnahme der periodenanteiligen Anschaffungsausgaben und der periodenanteiligen Zinskostenbelastung überkompensiert wird durch die Zunahme der durchschnittlichen Reparaturkosten/Periode bzw. in dem die Summe aus periodenanteiligen Anschaffungsausgaben und durchschnittlichen Reparaturkosten ein Minimum ergibt.

Zur Lösung des Problems ist es also erforderlich, die Summe der Funktionen der periodenanteiligen Anschaffungsausgaben und durchschnittlichen Reparaturkosten nach dx abzuleiten und diese Ableitung 0 gleichzusetzen.

Die Funktion der anteiligen Anschaffungsausgaben/Periode lautet:

$$(1) \quad y_{(A)} = \frac{A}{x}$$

Die Funktion der durchschnittlichen Reparaturkosten/Zeiteinheit

ist aus der Funktion der tatsächlichen Reparaturkosten/Periode her-

zuleiten; die durchschnittlichen Reparaturkosten zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelt man aus der Addition der bis dahin angefallenen Reparaturkosten und anschließender Division durch die Nutzungsdauer. Die Funktion lautet also:

$$(2) y_{(R)} = \left[\sum_{j=1}^n K_j + m_j (x - x_{cj})^{bj} + \sum_{j=1}^n \frac{G_j}{P_j} \right] \cdot \frac{1}{x} \quad \begin{matrix} (x_j < x_j < x_{j+1}) \\ (j = 1, 2, \dots, n) \end{matrix}$$

a) Die Optimumbestimmung sei zunächst unter Annahme eines stetig steigenden Reparaturkostenverlaufs - Großreparaturen sind also ausgeschlossen - vorgenommen. Die Funktion der Reparaturkosten lautet in diesem Fall:

$$(3) y_{(R)} = \frac{\sum_{j=1}^n K_j + m_j (x - x_{cj})^{bj}}{x} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

Die zur Ermittlung der durchschnittlichen Reparaturkosten notwendige Summierung erfolgt durch Integration:

$$(4) y_{(R)} = \left[\int_0^{x_c} K \, dx + \int_{x_c}^x (K + m [x - x_c]^b) \, dx \right] \cdot \frac{1}{x}$$

Die Berechnung dieses Integrals ist nur durch Einsetzen eines konkreten Wertes für b möglich; wir wollen zunächst den einfachsten Fall unterstellen, daß die Reparaturkosten linear von der Inbetriebnahme an steigen. (Es gilt also: $b = 1$, $c = 0$). Die Gleichung der durchschnittlichen Reparaturkosten lautet also:

$$(5) y_{(R)} = \frac{0 \cdot K + m \cdot x}{x}$$

$$(6) y_{(R)} = \frac{K \cdot x + \frac{m}{2} \cdot x^2}{x}$$

$$(7) y_{(R)} = K + \frac{m}{2} \cdot x$$

Die zu minimierende Funktion lautet also:

$$(8) y_{(A,R)} = \frac{A}{x} + K + \frac{m}{2} \cdot x$$

$$(9) y'_{(A,R)} = -\frac{A}{x^2} + \frac{m}{2}$$

$$y' = 0$$

$$(10) x^2 = \frac{2A}{m}$$

$$x = \sqrt{\frac{2A}{m}}$$

Die formelmäßige Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer bei linearem Anstieg der Reparaturkosten - jedoch mit einer Phasenverschiebung von x_c - ist wegen der Unstetigkeitsstelle $x = x_c$ komplizierter.

Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, bilden wir zunächst das Integral der Funktion $y_{(R)} = K$ im Bereich von 0 bis x_c :

$$y_{(R)10} = \int_0^{x_c} K \, dx = K \cdot x_c$$

und addieren zu diesem Ausdruck:

$$\begin{aligned} y_{(R)11} &= \int_{x_c}^x [K + m(x - x_c)] \, dx \\ &= \int_0^x [K + m(x - x_c)] \, dx - \int_0^{x_c} [K + m(x - x_c)] \, dx \\ &= K \cdot x + \frac{m}{2} x^2 - m \cdot x_c \cdot x - (K \cdot x_c + m \cdot x_c \cdot x_c - \frac{m}{2} x_c^2) \end{aligned}$$

Durch Addition von $y_{(R)10}$ und $y_{(R)11}$ und anschließende Division durch x erhalten wir die Gleichung der durchschnittlichen Reparaturkosten:

$$\begin{aligned} y_{(R)1} &= \frac{K \cdot x + \frac{m}{2} \cdot x^2 - 2 \cdot m \cdot x_c \cdot x + \frac{m \cdot x_c^2}{2}}{x} \\ &= K + \frac{m}{2} \cdot x - 2 \cdot m \cdot x_c + \frac{m \cdot x_c^2}{2x} \end{aligned}$$

Wir addieren die Funktion der anteiligen Anschaffungsausgaben hinzu und erhalten als zu minimierende Funktion der durchschnittlichen Gesamtnutzungskosten:

$$y_{(R)1,2} = \frac{A}{x} + K + \frac{m}{2} \cdot x - 2 \cdot m \cdot x_c + \frac{m \cdot x_c^2}{2x}$$

$$y'_{(R)1,2} = -\frac{A}{x^2} + \frac{m}{2} - \frac{m \cdot x_c^2}{2x^2} = 0$$

$$0 = 2A - m \cdot x^2 + m \cdot x_c^2$$

$$x = \sqrt{\frac{2A + m \cdot x_c^2}{m}}$$

Die Phasenverschiebung übt also einen - wenn auch geringen - Einfluß aus.

Die mathematische Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Zugrundelegen einer stetig steigenden Funktion mit einem Exponenten $b > 1$ soll an dieser Stelle nur für den Fall vorgenommen werden, daß $c = 0$ ist, also keine Phasenverschiebung vorliegt. In diesem Fall lautet die Ausgangsgleichung:

$$\begin{aligned}
 Y(A, R) &= \int_0^x (K + \frac{m}{x} \cdot x^b) dx + \frac{A}{x} \\
 Y(A, R) &= \frac{K \cdot x + \frac{m}{b+1} \cdot x^{b+1}}{x} + \frac{A}{x} \\
 Y(A, R) &= K + \frac{m}{b+1} \cdot x^b + \frac{A}{x} \\
 Y'(A, R) &= \frac{m \cdot b}{b+1} \cdot x^{b-1} + \frac{A}{-x^2} \\
 Y'(A, R) &= \frac{m \cdot b}{b+1} \cdot x^{b-1} - \frac{A}{x^2} \\
 \frac{Y'(A, R)}{x^{b+1}} &= 0 \\
 \frac{m \cdot b}{b+1} &= \frac{A}{x^{b+1}} \\
 x &= \sqrt[b+1]{\frac{A \cdot (b+1)}{m \cdot b}}
 \end{aligned}$$

Steigen jedoch die Reparaturkosten erst mit einem gewissen time-lag nach der Inbetriebnahme, so ist eine formelmäßige Lösung, zu der Funktionen mindestens 3. Grades herangezogen werden müßten, wegen der mit der Kompliziertheit der Rechnung verbundenen Schwierigkeit nicht mehr angebracht. In diesem Fall erscheint es daher einfacher, die durchschnittlichen Reparaturkosten für die jeweiligen Perioden zu errechnen und in einer Tabelle den anteiligen Anschaffungsausgaben gegenüberzustellen. Die optimale Nutzungsdauer läßt sich dann unmittelbar aus der Tabelle ablesen.

b) Eine Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Berücksichtigung von Großreparaturen mittels einer allgemeinen mathematischen Formel ist nicht nur wegen der mit wachsender Zahl der Großreparaturen zunehmenden Unstetigkeitsstellen der Funktion der durchschnittlichen Reparaturkosten näherungsweise möglich; eine Lösung dieses Problems unter Zuhilfenahme einer Formel erscheint auch unter einem anderen Aspekt nicht sinnvoll.

Großreparaturen haben zur Folge, daß die Reparaturkosten - würden die Großreparaturen nicht periodisiert - im Zeitpunkt ihres Anfalls sprunghaft steigen; in den nächsten Perioden sinken sie jedoch wieder; entsprechend wird auch die Durchschnittskostenkurve der Reparaturkosten einen - wenn auch nicht so starken - Ausschlag nach oben aufweisen. Dieser plötzliche Anstieg der durchschnittlichen Reparaturkosten kann das Sinken der periodenanteiligen Anschaffungsausgaben in dieser Periode durchaus überkompensieren, obwohl in den nächsten Perioden die durchschnittlichen Reparaturkosten nur leicht ansteigen, stagnieren oder gar fallen mögen. Eine Befolgung der oben genannten Optimumbedingung könnte deshalb zu falschen Ergebnissen führen.

Um eine Vielzahl von Berechnungen durchschnittlicher Nutzungskosten/Periode zu sparen, erscheint hier ein abgekürztes Verfahren der Optimumbestimmung als angebracht.

Da die periodenanteiligen Kosten der Großreparaturen in der Periode am geringsten sind, die dem Zeitpunkt vorausgeht, zu dem bei Weiterbetrieb der Anlage eine Großreparatur fällig wäre, nimmt man die Optimumbestimmung nur in den jeweils durch die Aufeinanderfolge der Großreparaturen festgelegten Zeitabständen vor. Vor jeder notwendigen Großreparatur prüft man, ob es zweckmäßig ist, noch einmal eine Generalüberholung der Anlage vorzunehmen oder die Anlage jetzt außer Dienst zu stellen. Man vergleicht die durchschnittlichen Gesamtnutzungskosten der Anlage zu diesem Zeitpunkt mit den durchschnittlichen Gesamtnutzungskosten zu dem Zeitpunkt vor der nächsten bei Weiterbetrieb der Anlage notwendigen Großreparatur. Kommt man zu dem Ergebnis, daß der Weiterbetrieb der Anlage vorteilhaft ist, so stellt man vor der nächsten notwendigen Großreparatur die gleiche Überlegung an.

Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Berücksichtigung von Großreparaturen sei an folgendem Beispiel dargelegt.

Es ist die optimale Nutzungsdauer einer Anlage zu bestimmen, deren Anschaffungsausgaben DM 100.000.- betragen. Die Reparaturkosten sind in den ersten 4 Jahren konstant (500.- DM/Jahr); vom 5. Jahr an steigen die Reparaturkosten um jährlich DM 500.-; nach 6 Jahren ist die erste Großreparatur fällig, deren Ausgaben DM 20.000.- be-

tragen, nach 10 Jahren ist die zweite Großreparatur und nach 14 Jahren die dritte Großreparatur erforderlich, deren Ausgaben jeweils mit DM 40.000.- zu veranschlagen sind.

Der Reparaturkostenverlauf legt es nahe, zur Optimumbestimmung lediglich die Kosten der Nutzung des 6., 10. und 14. Jahres zu untersuchen, da in diesen Perioden offenbar die durchschnittlichen Kosten der Nutzung wegen der relativ geringen periodenanteiligen Kosten der Großreparaturen im Vergleich zu den vorausgegangenen Perioden geringer sind.

Die Berechnungen ergeben im einzelnen:

a) für das 6. Jahr der Nutzung:

ant. Anschaffungsausgaben	$100.000 : 6 = 16.670$
durchschnittl. Reparaturkosten	$4.500 : 6 = \underline{750}$
durchschnittl. Gesamtkosten der Nutzung	17.420

b) für das 10. Jahr:

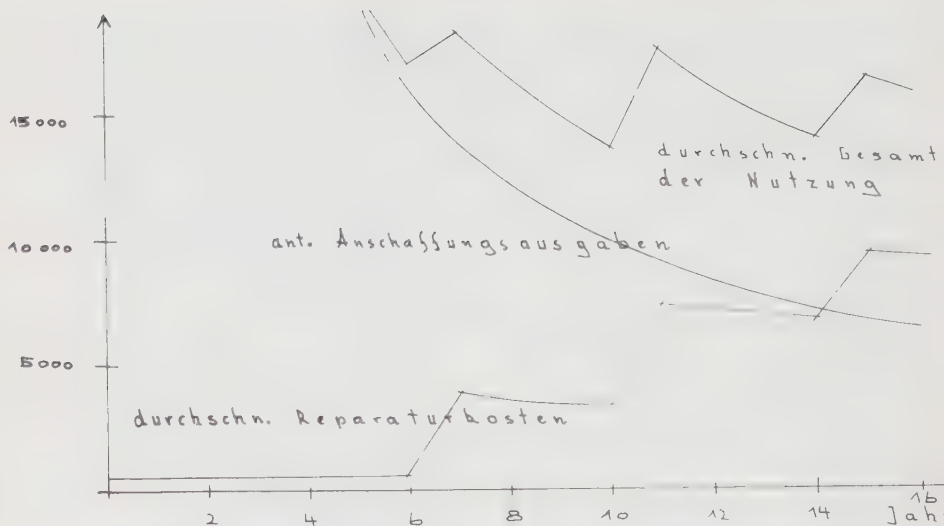
ant. Anschaffungsausgaben	$100.000 : 10 = 10.000$
durchschnittl. Reparaturkosten	$35.550 : 10 = \underline{3.550}$
durchschnittl. Gesamtkosten	13.550

c) für das 14. Jahr:

ant. Anschaffungsausgaben	$100.000 : 14 = 7.140$
durchschnittl. Reparaturkosten	$94.500 : 14 = \underline{6.750}$
durchschnittl. Gesamtkosten	13.890

Eine Nutzungsdauer von 10 Jahren ist also als optimal zu realisieren.

Dieses Ergebnis liefert auch die graphische Darstellung, in der die Abhängigkeit der durchschnittlichen Kosten der Anlagennutzung verdeutlicht wird.



§ 2: Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer für eine Anlage des Typs B

A. Analyse der in die Optimumbestimmung einmündenden Größen

Eine Änderung der grundsätzlichen Methode der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer ergibt sich aufgrund der Einbeziehung von Verkaufserlösen, die den Schrotterlös übersteigen, nicht. An die Stelle der für die Nutzungsdauerbestimmung des Typs A gesetzten Prämisse, der Schrotterlös sei den Demontagekosten gleich, tritt jetzt die Annahme variabler Verkaufspreise im Zeitablauf. Das Setzen dieser Prämisse bewirkt eine Änderung der bisher verwandten Größen "anteilige Anschaffungsausgaben" und "durchschnittliche Zinsen".

1) In die Wirtschaftlichkeitsrechnung münden in diesem Fall nicht mehr anteilige Anschaffungsausgaben/Periode ein, die lediglich eine Funktion der Nutzungsdauer darstellen; an ihre Stelle tritt die durchschnittliche Minderung des Verkaufspreises der Anlage/Periode.

Bezeichnen wir die Anschaffungsausgaben mit A und die effektive Minderung des Verkaufspreises/Periode mit $V_1, V_2, \dots V_x$ bzw. in

Prozent der Anschaffungsausgaben ausgedrückt: $\frac{V_1 \cdot 100}{A}, \frac{V_2 \cdot 100}{A}, \dots, \frac{V_x \cdot 100}{A}$, dann ist die durchschnittliche Minderung des Verkaufspreises nach der Periode x_n :

$$V(x_d) = \frac{\sum_{n=1}^{x_n} V_1 + V_2 + \dots + V_x}{x_n}$$

Die Erfahrung lehrt, daß eine gewisse Regelmäßigkeit der Abnahme des Verkaufspreises besteht¹⁾.

Wir wollen deshalb annehmen, daß ein funktionaler Zusammenhang zwischen Nutzungsdauer und Minderung des Verkaufspreises besteht.

a) Der einfachste Zusammenhang zwischen Nutzungsdauer und Verkaufspreisminderung ist der Fall einer Abnahme in gleichen Raten. Die entsprechende Funktion lautet:

$$Y(V) = K.$$

Die Annahme eines solchen Verlaufs der Verkaufspreisminderung ist jedoch unrealistisch. Der Realität näher kommt die Annahme, daß die Minderung des Verkaufspreises in fallenden Raten erfolgt, d.h., daß die Minderung des Verkaufspreises im ersten Jahr am stärksten ist, während sie in den folgenden Perioden ständig abnimmt. Diese Entwicklung erklärt sich recht sinnfällig aus der Tatsache, daß mit zunehmender Nutzungsdauer die Reparaturkosten steigen: Für diesen Sachverhalt ist die Funktion

$$Y(V) = K - m \cdot x^b$$

als repräsentativ anzusehen. Unter dieser Funktion läßt sich sowohl der Fall gleichbleibend sinkender Verkaufserlöse subsumieren, als auch der Fall degressiv sinkender Verkaufserlöse ($b = 1$ bzw. $b < 1$).

b) Um die häufig zu beobachtende Tatsache, daß der Wiederverkaufspreis einer Anlage unmittelbar nach dem Kauf sinkt, mathematisch in den Griff zu bekommen, kann man noch die Größe C_x in die Gleichung einbauen. (Die Gültigkeit von C_x für alle Werte $x_n > x_1$ ist

1) So gibt es in der Bundesrepublik für die einzelnen Kraftfahrzeugtypen Preistabellen für Altwagen, die jeweils nach Baujahren gestaffelt sind. Diese Tabellen werden bei fast allen Kaufverhandlungen zugezogen.

auszuschließen).

Wir können nun die allgemeine Funktion aufstellen, die für die Abnahme des Verkaufspreises repräsentativ ist:

$$y(V) = K - m \cdot x^b + C_x \quad \begin{matrix} (\text{für } x \leq 1, C_x = C) \\ (\text{für } x \geq 1, C_x = 0) \end{matrix} \quad \begin{matrix} 1) \\ 2) \end{matrix}$$

Die Funktion der durchschnittlichen Abnahme des Verkaufspreises ist dann:

$$y(dV) = \frac{\int_0^x (K - m \cdot x^b + C_x) dx}{x} - \frac{\int_1^x C_x dx}{x} \quad 3)$$

2) Bei der Bestimmung der durchschnittlichen Zinskosten ist für den Fall der Fremdfinanzierung von den konkreten Tilgungsverpflichtungen auszugehen. Wir wollen hier einmal, um die Ermittlung der Zinskosten zu demonstrieren, von der Annahme ausgehen, daß die Tilgung entsprechend der durchschnittlichen Abnahme des Verkaufserlöses vorgenommen wird; das bedeutet, daß beim Verkauf der Anlage

1) Die Tatsache, daß der Verkaufspreis einer Anlage nicht unter den Schrottpreis der Anlage sinken kann, braucht nicht in der Funktion zum Ausdruck gebracht zu werden. Liefert die Optimumbestimmung für y einen negativen Wert, so folgt, daß ein Verkaufspreis keinen Einfluß auf die optimale Nutzungsdauer einer Anlage ausübt; in diesem Fall ist dann nach der für Anlagen des Typs A entwickelten Methode der Optimumbestimmung zu verfahren.

2) Beträgt z.B. der Anschaffungspreis einer Anlage

A = 200.000.- DM
K = 20.000.- DM
m = 2.000.- DM
b = 1
C_x = 10.000.- DM

so ergibt sich folgender Verlauf der - gleichbleibend abnehmenden - Verkaufspreisminderung:

1. Jahr: 30.000.-	5. Jahr: 12.000.-
2. Jahr: 18.000.-	6. Jahr: 10.000.-
3. Jahr: 16.000.-	7. Jahr: 8.000.-
4. Jahr: 14.000.-	8. Jahr: 6.000.-

Ist es dagegen realistischer, von einer degressiv abnehmenden Verkaufspreisminderung auszugehen, so fallen die Verkaufspreise in folgender Weise ($m = 4.000$, $b = 0,5$).

1. Jahr: 30.000.-	5. Jahr: 12.000.-
2. Jahr: 16.000.-	6. Jahr: 11.000.-
3. Jahr: 14.200.-	7. Jahr: 10.200.-
4. Jahr: 13.000.-	8. Jahr: 9.600.-

3) Da für $x \geq 1$ gilt: $C_x = 0$, ist noch das Integral $\int_1^x C_x dx$ abziehen (vgl. S. 44).

der zu tilgende Kredit gleich dem Verkaufserlös ist.

Legt man diese Annahme zugrunde, so lautet die Gleichung für die durchschnittlichen Zinskosten/Periode nach der Periode x_n :

$$Z(d) = \frac{p \cdot (A - x \cdot V(d))}{2 \cdot 100} \quad \text{bzw.}$$

$$Z(d) = \frac{p}{200} \cdot (A - \int_0^x (K - m \cdot x^b + C_x) dx - \int_0^x C_x dx) \quad (2)$$

1) Die effektiven Zinskosten haben unter dieser Annahme folgenden Verlauf:

Periode t_1 : $Z_1 = \frac{A \cdot p}{100}$; Periode t_2 : $Z_2 = \frac{(A - V(d)) \cdot p}{100}$; Periode t_x :

$$Z_x = \frac{[A - (x-1) \cdot V(d)] \cdot p}{100}$$

Die durchschnittlichen Zinskosten sind dann:

$$\begin{aligned} Z(d) &= \frac{\frac{A \cdot p}{100} + \frac{(A - V(d)) \cdot p}{100} + \dots + \frac{[A - (x-1) \cdot V(d)] \cdot p}{100}}{x} \\ &= \frac{\frac{p}{100} \cdot x \cdot A - [V(d) + 2V(d) + 3V(d) + \dots + (x-1) \cdot V(d)]}{x} \\ &= \frac{\frac{p}{100} \cdot x \cdot A - \frac{V(d) + x \cdot V(d) - V(d)}{2} \cdot x}{x} \\ &= \frac{\frac{p}{100} \cdot (x \cdot A - \frac{x^2 \cdot V(d)}{2})}{x} \\ &= \frac{\frac{p}{100} \cdot x \cdot \frac{A - x \cdot V(d)}{2}}{x} = \frac{p \cdot (A - x \cdot V(d))}{200} \end{aligned}$$

2) Da die durchschnittliche Abnahme des Verkaufserlöses $V(d)$ gleich ist:

$$V(d) = y(d) = \frac{\int_0^x (K - m \cdot x^b + C_x) dx - \int_1^x C_x dx}{x}$$

gilt die allgemeine Gleichung:

$$Z(d) = \frac{A \cdot p}{200} - \frac{p \cdot x}{200} \cdot \frac{\int_0^x (K - m \cdot x^b + C_x) dx - \int_1^x C_x dx}{x}$$

$$Z(d) = \frac{p}{200} \cdot (A - \int_0^x (K - m \cdot x^b + C_x) dx - \int_1^x C_x dx)$$

B. Die Optimumbestimmung

1) Die Bedingung, unter der die Nutzungsdauer einer Anlage vom Typ B das Optimum erreicht, variiert entsprechend den veränderten Annahmen.

Es gilt, diejenige Nutzungsdauer zu realisieren, bei der die Summe aus den durchschnittlichen Reparaturkosten, den durchschnittlichen Zinskosten und der durchschnittlichen Minderung des Verkaufspreises der Altanlage ein Minimum ergibt.

Die im vorigen aufgestellten Ausgangsgleichungen zeigen jedoch, daß eine allgemeine mathematische Formulierung dieser Optimumbedingung wenig sinnvoll ist, da der Zweck einer allgemeinen Formel, Abkürzung der numerischen Rechnung zu sein, wegen der Kompliziertheit dieser Formel nicht erfüllt wird¹⁾.

1) Für eine allgemeine Formulierung der Optimumbedingung ist es erforderlich, die Summe der für die durchschnittliche Verkaufspreisminderung und die durchschnittlichen Reparaturkosten repräsentativen Funktionen nach dx abzuleiten und die 1. Ableitung gleich 0 zu setzen. (Im Fall der Fremdfinanzierung sind ebenfalls noch die durchschnittlichen Zinskosten zu addieren.) Diese Rechnung ergibt im einzelnen:

1) für die Verkaufspreisminderung

$$y(dv) = \frac{\int_0^x (K - m \cdot x^b + C_x) dx - \int_1^x C_x dx}{x}$$

$$y(dv) = \frac{K \cdot x - \frac{m}{b+1} \cdot x^{b+1} + C_x \cdot x - C_x \cdot (x-1)}{x}$$

$$y'(dv) = K - \frac{m}{b+1} \cdot x^b + C_x - C_x + \frac{C_x}{x}$$

$$y'(dv) = \frac{m}{b+1} \cdot x^{b-1} - \frac{C_x}{x^2}$$

2) für die Reparaturkosten. (Es wird der Fall der stetig steigenden Reparaturkosten ohne Phasenverschiebung und ohne Großreparaturen unterstellt).

$$y(R) = K(R) + n \cdot x^d$$

$$y(dR) = \frac{\int_0^x (K + n \cdot x^d) dx}{x}$$

$$= \frac{K(R) \cdot x + \frac{n}{d+1} \cdot x^{d+1}}{x} = K + \frac{n}{d+1} \cdot x^d$$

Forts. s. S. 53

Wir wollen uns deshalb im folgenden bei der Darstellung des allgemeinen Lösungsansatzes auf einen recht einfachen Fall beschränken; und zwar wollen wir voraussetzen, daß die unmittelbar nach dem Kauf einsetzende Minderung des Verkaufspreises $C_x = 0$ sei, ebenfalls wollen wir auf die Einbeziehung von Zinskosten verzichten; für den Verlauf der Reparaturkosten wollen wir als realistisch unterstellen, daß die Reparaturkosten von der Inbetriebnahme an stetig steigen.

Die zu minimierenden Funktionen lauten:

$$Y(V) = \frac{\int_0^x (K_{(M)} - m \cdot x^b) dx}{x} \quad (\text{durchschnittl. Verkaufspreisminderung})$$

$$Y(R) = \frac{\int_0^x (K_{(R)} - n \cdot x^d) dx}{x} \quad (\text{durchschnittl. Reparaturkosten})$$

$$Y(V,R) = \frac{K_{(M)} \cdot x - \frac{m}{b+1} \cdot x^{b+1} + K_{(R)} \cdot x + \frac{n}{d+1} \cdot x^{d+1}}{x}$$

$$Y'(V,R) = -\frac{m \cdot b}{b+1} \cdot x^{b-1} + \frac{n \cdot d}{d+1} \cdot x^{d-1} = 0$$

Die Division durch x^{b-1} ergibt:

$$0 = \frac{n \cdot d}{d+1} \cdot x^{d-b} - \frac{m \cdot b}{b+1}$$

$$x^{d-b} = \frac{m \cdot b}{b+1} \cdot \frac{d+1}{d \cdot n}$$

$$x = \sqrt[d-b]{\frac{m \cdot b}{d \cdot n} \cdot \frac{d+1}{b+1}}$$

Dieser Ausdruck gilt für $d > b$; ist $d < b$ gilt:

$$x = \sqrt[b-d]{\frac{d \cdot n}{b \cdot m} \cdot \frac{b+1}{d+1}}$$

Forts. d. Fußn. v. S. 52

$$Y'(dR) = \frac{n \cdot d}{d+1} \cdot x^{d-1}$$

Die Summe dieser Funktionen ergibt:

$$\begin{aligned} Y'(dV, dR) = 0 &= \frac{n \cdot d}{d+1} \cdot x^{d-1} + \frac{m \cdot b}{b+1} \cdot x^{b-1} - \frac{C_x}{x^2} \\ &= \frac{n \cdot d}{d+1} \cdot x^{d+1} + \frac{m \cdot b}{b+1} \cdot x^{b+1} - C_x \end{aligned}$$

Diese Formel besitzt trotz der vereinfachenden Bedingungen eine gewisse praktische Relevanz. Zunächst erspart sie eine Vielzahl numerischer Berechnungen, da sie die ungefähre Nutzungsdauer angibt; eine numerische Berechnung ist daher nur noch für die Feinplanung notwendig. Darüberhinaus schafft diese Formel die Möglichkeit einer überschlägigen Berechnung der Zinskosten. Da die Anschaffungsausgaben A bekannt sind, der Wiederverkaufspreis W ungefähr zu bestimmen ist, kann man die durchschnittlichen Zinskosten nach der Formel: $\frac{A - W}{2} \cdot \frac{P}{100}$ berechnen. Berücksichtigt man daneben noch, daß in der Realität entgegen unserer Annahme der Disponent kein Vorauswissen besitzt, sondern die Entscheidungskomponenten prognostizieren muß - die Prognose aber in der Regel eine Vergrößerung der Annahmen bedingt -, so ist auch unter diesem Aspekt der allgemeinen Formel eine praktische Bedeutung zuzumessen.

2) Die Methode der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer sei an einem für die Planung des Maschineneinsatzes typischen Beispiel aufgezeigt.

In der Dreherei einer Maschinenfabrik sei eine Spitzendrehbank eingesetzt, die ausschließlich zu Hochpräzisionsarbeiten verwandt wird. Die Anschaffungsausgaben der Anlage sollen 200.000.- DM betragen; die Abnahme des Verkaufspreises vollziehe sich in folgenden Raten:

$$M(t_1) = 50.000.- ; M(t_2) = 40.000.- ; M(t_3) = 30.000.- ;$$

$$M(t_4 - t_6) = 20.000.-$$

Vom Zeitpunkt t_6 an sei die Verkaufspreisminderung = 0. Die Kosten für die Wartung und Reparaturen werden für das erste Jahr mit DM 10.000.- veranschlagt; sie steigen in den folgenden Jahren um jeweils 3.000.-/Jahr. Am Ende des dritten Jahres - so wollen wir annehmen - werde zur Aufrechterhaltung des geforderten qualitativen Niveaus eine Generalüberholung notwendig (Erneuerung der Hauptlager, Getriebeerneuerung, Erneuerung der Vorschubeinrichtung, Überholung der elektronischen Steuerungseinrichtung etc.), deren Ausgaben auf DM 70.000.- geschätzt werden. Diese Großreparatur werde ebenfalls bei Weiterverwendung der Spitzendrehbank zu Hochpräzisionsarbeiten nach 3 weiteren Nutzungsjahren fällig.

Der Disponent steht jetzt vor folgender Entscheidung:

- a) Soll die Spitzendrehbank auch nach dem 3. Nutzungsjahr in ihrer ursprünglichen Verwendungsart eingesetzt werden,
 - b) soll die Maschine einer anderen Verwendungsart zugeführt werden.
- Bei der Alternative b) hat der Disponent die Möglichkeit, die Anlage zum derzeitigen Wiederverkaufspreis von 80.000.- DM zu verkaufen oder aber die Spitzendrehbank als Schruppdrehbank weiterhin im eigenen Betrieb zu nutzen.

zu a): Die Entscheidung über die Weiterverwendung der Anlage als Spitzendrehbank ist abhängig von den durchschnittlichen Kosten der Anlagennutzung bei Weiterverwendung über den Zeitpunkt t_3 hinaus, verglichen mit den Kosten bei Außerdienststellung zum Zeitpunkt t_3 . Die durchschnittlichen Kosten der Anlagennutzung bei Außerdienststellung zum Zeitpunkt t_3 betragen:

durchschnittl. Kosten für Reparatur und Wartung:	13.000.-
durchschnittl. Verkaufspreisminderung:	<u>40.000.-</u>
durchschnittl. Gesamtnutzungskosten:	53.000.-

Für die übrigen alternativen Umstellungszeitpunkte sind die durchschnittlichen Gesamtnutzungskosten:

t_4	: 67.000.-
t_5	: 62.000.-
t_6	: 59.500.-

Es ist also optimal, die Anlage zum Zeitpunkt t_3 einer anderen Verwendung zuzuführen.

zu b): Die Grundlage für die Entscheidung über den Verkauf der Anlage oder die Weiterverwendung als Schruppdrehbank ist ein Vergleich der durchschnittlichen Kosten der Anlagennutzung bei Einsatz einer neuen Schruppdrehbank und der durchschnittlichen Kosten, die für die alte Spitzendrehbank in der gleichen Verwendung anfallen. In diese Rechnung münden ein:

- x) 1) die anteiligen Anschaffungsausgaben bzw. die durchschnittliche Minderung des Wiederverkaufspreises der neuen Schruppdrehbank,
- 2) die durchschnittlichen Reparaturkosten der neuen Anlage,

- 8) 1) die anteiligen Anschaffungsausgaben der Altanlage; als Anschaffungsausgaben ist für diesen Vergleich der Wiederverkaufspreis der Altanlage zum Zeitpunkt t_3 anzusetzen, da ja geprüft werden soll, ob die Weiterverwendung einem Verkauf vorzuziehen ist,
- 2) die durchschnittlichen Reparaturkosten für die alte Spitzendrehbank.

Nun wird zwar in praxi häufig die Vergleichbarkeit einer Altanlage mit einer für die neue Verwendungsart vorgesehenen Neuanlage durch die unterschiedliche Leistung beider Anlagen erschwert; ebenfalls wird der Zeitpunkt der Außerdienststellung der Altanlage selten mit dem Zeitpunkt zusammenfallen, zu dem eine Anlage mit geringerem qualitativem Niveau benötigt wird. Im Einzelfall kann das Nichtvorliegen dieser Voraussetzungen das Ergebnis der Rechnung modifizieren, eine grundsätzliche Änderung erfährt jedoch die Methode der Wirtschaftlichkeitsrechnung nicht.

§ 3: Zusammenfassung

Im vorigen wurde dargelegt, in welcher Weise sich die optimale Nutzungsdauer unter Annahme stationärer Bedingungen einerseits als Funktion der mit wachsender Nutzungsdauer abnehmenden periodenanteiligen Anschaffungsausgaben (Anlagen des Typs A) bzw. als Funktion der mit fortschreitender Nutzungsdauer sinkenden Wiederverkaufserlöse (Anlagen des Typs B), andererseits als Funktion der mit zunehmender Nutzungsdauer steigenden Reparaturkosten ergibt. Die Annahme eines funktionalen Zusammenhangs zwischen Reparaturkosten und Nutzungsdauer bewirkte in erster Linie eine Vereinfachung der Darstellung; darüberhinaus ermöglichte sie eine allgemeine Formulierung der Optimumbestimmung.

Daß die auf Grund der theoretischen Analyse erzielten Ergebnisse nur approximativ auf die Lösung praktischer Probleme angewendet werden dürfen, ist klar. Hinsichtlich der Aussagefähigkeit des Ergebnisses unter Zugrundelegen stetiger bzw. bereichsweiser stetiger Funktionen erscheint es an dieser Stelle wesentlich, noch auf einen besonderen, die Übertragbarkeit erleichternden Umstand hin-

zuweisen. Die Abnahme des Verkaufserlöses und die Zunahme der Reparaturkosten verläuft im allgemeinen mit einem nahe 1 gelegenen Steigungsmaß ($0,5 < b < 1,5$). Je näher nun die Degression der Abnahme des Verkaufserlöses bzw. die Progression der Zunahme der Reparaturkosten bei $b = 1$ liegt, um so genauer trifft eine theoretische Lösung das wirkliche Optimum, da

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} \rightarrow \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} \rightarrow \frac{dy}{dx}$$

strebt.

Nun haftet aber zwangsläufig statischen Analysen der Mangel an, daß die zugrundeliegenden Annahmen häufig mit der Realität nicht übereinstimmen.

Bei der Bildung des Grundprinzips sind wir von den Prämissen ausgegangen, daß

- 1) der Investor vollkommene Voraussicht hinsichtlich der zukünftigen in sein Investitionskalkül einzubeziehenden Daten habe;
- 2) die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Annahme einer stationären Wirtschaft erfolge.

Die Formulierung dieser Annahmen erschien zwar zur Gewinnung einer Ausgangsposition für die weitere Diskussion als notwendig; sie ist jedoch nicht geeignet, das Problem einer der Realität angemessenen Lösung zuzuführen.

T e i l III

Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einer Anlage unter Berücksichtigung der fehlenden Voraussicht hinsichtlich der sich im Zeitablauf ändernden Entscheidungskomponenten

Vorbemerkungen

Es sind verschiedene Methoden der theoretischen Analyse denkbar, um die Tatsache zu berücksichtigen, daß die der Entscheidung zugrundegelegten Komponenten im Zeitablauf eine Änderung erfahren können, ebenfalls ist es in unterschiedlichem Maße möglich, der mangelnden Voraussicht hinsichtlich der zukünftigen Geschehnisse bei der Formulierung des Entscheidungskriteriums Rechnung zu tragen.

Im bisherigen Schrifttum zum Problem der Nutzungsdauerbestimmung begegnet man dem Umstand, daß der Disponent kein Vorauswissen über die Ereignisse der Zukunft besitzt, in recht einfacher Weise. Man argumentiert, daß zwar den in das Investitionskalkül einmündenden Daten und Variablen nicht der Charakter sicherer Daten und Variablen zukomme, die einzusetzenden Zahlen jedoch die mit der größten Wahrscheinlichkeit zu erwartenden seien.

Hinsichtlich der Berücksichtigung von Entscheidungskomponenten, die als nicht konstant im Zeitablauf anzusehen sind, kann man zwei Auffassungen unterscheiden.

Eine Gruppe von Autoren verzichtet gänzlich bei der Bestimmung der Nutzungsdauer auf eine Einbeziehung dynamischer Entscheidungskomponenten. Dieser Verzicht bedeutet, daß diese Autoren trotz der geänderten Prämissen überhaupt keine Änderung der unter der Annahme vollkommener Voraussicht und eines stationären Datenkranzes abgeleiteten Optimumbestimmung vornehmen. Der Tatsache, daß nun aber die Entscheidungskomponenten im Zeitablauf einer Änderung unterliegen, tragen sie erst in dem Augenblick Rechnung, in dem die Änderung einer als konstant unterstellten Entscheidungskomponente evident geworden ist. Zu diesem Zeitpunkt nehmen sie sodann eine Korrektur ihrer ursprünglichen Planung vor.

Das Verfahren der Planung läßt sich also bei diesen Autoren als

eine Aufeinanderfolge von Korrekturplanungen charakterisieren, die jeweils wieder auf der Annahme stationärer Bedingungen beruhen und von Fall zu Fall bei Evidentwerden der Änderung einer Entscheidungskomponente aufgestellt werden. Die Existenz dynamischer Entscheidungskomponenten löst keine grundlegende Modifikation der Optimumbestimmung aus.

Neben dieser Auffassung wird im Schrifttum eine andere Konzeption vertreten. Dieser Lösungsansatz geht davon aus, daß eine Entscheidungskomponente im Zeitablauf einer Änderung unterliegt, während die übrigen Daten als konstant im Zeitablauf unterstellt werden.

Entgegen der bisherigen im Schrifttum vertretenen Meinung beruht diese Konzeption auf der Annahme, daß der Stand der technischen Entwicklung im Zeitablauf als nicht konstant anzusehen ist; m.a.W. diese Auffassung versucht, den in der Zukunft liegenden technischen Fortschritt gedanklich zu antizipieren und als quantitative Determinante in das Kalkül zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einzuführen. Das Verfahren der Entscheidung erfährt bei Zugrundelegen der letztgenannten Konzeption eine prinzipielle Änderung gegenüber der unter stationären Bedingungen abgeleiteten Methode.

Kapitel I: Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einer Anlage durch eine Folge von Korrekturplanungen

§ 1: Einführung

Bei der Darstellung des Lösungsansatzes, der jeweils von Fall zu Fall die Änderung einer Entscheidungskomponente einbezieht, sei es gestattet, den technischen Fortschritt als beispielhaft für eine Datenänderung zu wählen. Ein solches Vorgehen erscheint deshalb als ratsam, weil in der Literatur die Methode der Korrekturplanung jeweils für die Änderung dieser Entscheidungskomponente aufgezeigt wird; und zwar diskutiert man dieses Problem unter dem spezifischen Aspekt als "Problem des vorzeitigen Ersatzes einer technisch noch einwandfrei arbeitenden Anlage durch eine technisch verbesserte und kostengünstiger arbeitende Anlage".

Da die ursprüngliche Planung zur Bestimmung der optimalen Nutzungs-

dauer nicht von der im Teil II entwickelten Methode abweicht - an die Stelle der sicheren Daten treten erwartete Daten bzw. Plandaten, die Konstanz der Entscheidungskomponenten wird als gegeben unterstellt - sei im folgenden die Darstellung beschränkt auf die Wiedergabe und Kritik der Methode der Korrekturplanung, die im Zeitpunkt des Auftauchens einer neuen technisch verbesserten und kostengünstiger arbeitenden Anlage anzustellen ist. Hingewiesen sei jedoch auf die spezifische Problemstellung der Korrekturplanung. Für die Ersatzanlage ist innerhalb der Korrekturplanung die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer vorzunehmen; hinsichtlich der Altanlage hat die Korrekturplanung zum Gegenstand die Bestimmung des Zeitraums, um den die aufgrund der ursprünglichen Planung als optimal bestimmte Nutzungsdauer geändert wird.

§ 2: Darstellung des bisherigen Lösungsansatzes

Die betriebswirtschaftlichen Autoren demonstrieren das Problem des vorzeitigen Ersatzes in der Regel an folgendem Fall¹⁾:

Ein Unternehmer habe zum Zeitpunkt T_0 die Anlage A installiert, deren Nutzungsdauer n Jahre betragen soll. Vor Ablauf der n Jahre taucht zum Zeitpunkt T_1 eine technisch verbesserte Anlage B auf dem Markt auf. Gefragt ist nun, ob die technisch noch einwandfrei nutzbare Anlage A zum Zeitpunkt T_1 durch die Anlage B ersetzt werden soll oder nicht.

1) Vgl. hierzu:

Rummel, K., Wirtschaftlichkeitsrechnung, in: Archiv für das Eisenhüttenwesen, 10. Jg. (1936/37), S. 73 ff.

Euler, H., Diercks, H., Beispiele für Wirtschaftlichkeitsrechnung, in: Archiv für das Eisenhüttenwesen, 10. Jg. (1936/37), S. 275 ff., 327 ff., 525 ff.

Abromeit, H.G., Das Problem der Anlagenerneuerung, in: ZfB 1953, S. 93

Kosiol, E., Anlagenrechnung, 2. Aufl., Wiesbaden 1955, S. 93 ff.

Schmalenbach, E., Dynamische Bilanz, 12. Aufl., Köln u. Opladen 1956, S. 95 ff.

Jacob, H., Das Ersatzproblem in der Investitionsrechnung und der Einfluß der Restnutzungsdauer alter Anlagen auf die Investitionsentscheidung, in: ZfhF 1957, S. 131 ff.

Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 5. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960, S. 290 ff.

Schnettler, A., Betriebsanalyse, 2. Aufl., Stuttgart 1960, S. 358 ff.

Brandt, H., Der Restbuchwert in der Investitionsrechnung, in: ZfB 1959, S. 393 ff.

Die Grundlage der Lösung bildet der sogenannte "reine Wirtschaftlichkeitsvergleich"¹⁾. Der Zweck des reinen Wirtschaftlichkeitsvergleichs liegt in der Feststellung, welches der beiden Verfahren A oder B absolut kostengünstiger ist; dieser Vergleich wird in der Regel in der Form der Periodendurchschnittsrechnung durchgeführt, d.h. es werden die durchschnittlichen Betriebskosten, die durchschnittlichen Reparaturkosten, die periodenanteiligen Anschaffungsausgaben und die durchschnittlichen Zinskosten/Periode der beiden Anlagen einander gegenübergestellt²⁾. Diese Rechnung habe in unserem Beispiel folgendes Bild:

	A	B
durchschnittl. Betriebskosten	32.000.-	10.000.-
durchschnittl. Reparaturkosten	9.000.-	4.000.-
Abschreibung ³⁾	10.000.-	20.000.-
Zinsen	<u>4.000.-</u>	<u>8.000.-</u>
Summe der durchschnittl. Kosten/Jahr	55.000.- =====	42.000.- =====

Aus der Tatsache, daß B absolut kostengünstiger arbeitet als A, folgt, daß bei einer geplanten Neuinvestition die Anlage B der Anlage A vorzuziehen ist.

Die Frage dagegen, ob B ein Ausscheiden der Anlage A zum gegenwärtigen Zeitpunkt T_1 erzwingt, kann nur durch eine andere, aus dem reinen Wirtschaftlichkeitsvergleich abgeleitete Überlegung beantwortet werden.

1) Vgl. Gutenberg, E., a.a.O., S. 290
Jacob, H., a.a.O., S. 132

2) Voraussetzung für eine Aussagefähigkeit des Vergleichs der Durchschnittskosten ist, daß der Ertrag durch den Einsatz dieses oder jenes Verfahrens nicht beeinflusst wird. Obwohl häufig in der Praxis diese Voraussetzung nicht gegeben ist, da die technisch verbesserten Aggregate eine höhere Kapazität aufweisen (vgl. Pack, L., Betriebliche Investition, Wiesbaden 1959, S. 167), wollen wir im folgenden nur diesen einfachsten Fall unserer Untersuchung zugrundelegen.

3) Die Anschaffungsausgaben betragen bei Anlage A: 100.000.-, bei Anlage B: 200.000.-; die Nutzungsdauer sei in beiden Fällen $n = 10$ Jahre.

Die Anlage B wird unter der Bedingung zum Zeitpunkt T_1 installiert werden, daß die durchschnittlichen Kosten des Verfahrens B niedriger sind als die Kosten, die bei einem weiteren Einsatz der Anlage A im Produktionsprozeß entstehen. Diese mit der weiteren Verwendung von A anfallenden Kosten setzen sich zusammen aus den Betriebs- und Reparaturkosten, sie enthalten dagegen nicht die Kostenarten Abschreibung und Zinsen.

Die entsprechende Rechnung wird in folgender Weise durchgeführt (vgl. Beispiel 1):

	A	B
Betriebskosten	32.000.-	10.000.-
Reparaturkosten	9.000.-	4.000.-
Abschreibung	-	20.000.-
Zinsen	-	8.000.-
	<u>41.000.-</u>	<u>42.000.-</u>

Wir kommen zu dem Ergebnis, daß die Weiterverwendung der Anlage A zweckmäßig ist, da B - obwohl absolut kostengünstiger - nicht mit so niedrigen Durchschnittskosten arbeitet, daß die Betriebs- und Reparaturkosten von A unterschritten werden.

Die fehlende Einbeziehung des Kapitaldienstes der Anlage A wird damit begründet, daß im Gegensatz zur Anlage B, für die noch die entsprechenden Anschaffungsausgaben getätigt werden müssen, die Anschaffungsausgaben für die Anlage A bereits angefallen sind und - unabhängig davon, ob die Anlage weiter genutzt wird oder nicht und ungeachtet dessen, in welcher Höhe sie bereits früheren Jahren als periodenanteilige Anschaffungsausgaben angelastet sind - in voller Höhe Kosten, die der Vergangenheit und nicht der Zukunft zuzurechnen sind, darstellen¹⁾.

1) Viele betriebswirtschaftliche Autoren argumentieren in diesem Zusammenhang damit, daß durch das Auftauchen der neuen Anlage der "Wert der Altanlage" auf 0 gesunken sei. So schreibt Schmahlenbach (a.a.O., S. 95): "Wenn die neue Anlage angeschafft wird, so wird die alte... zu Buch stehende Maschine wertlos". Begreift man den "Wert" als Geldgröße und zwar als den Teil der Anschaffungsausgaben, der noch nicht periodifiziert ist, dann stimmt diese Begründung mit der oben genannten überein.

Eine Vereinfachung dieser Methode bringt Abromeit¹⁾ insofern, als er in die Rechnung die voraussichtlichen Verkaufserlöse der Altanlage zum gegenwärtigen Zeitpunkt und am Ende der Nutzungsdauer einbezieht.

Als "Abschreibung" ist in diesem Fall bei der Anlage A die durchschnittliche Minderung des Verkaufspreises/Jahr innerhalb der Restnutzungsdauer von A anzusetzen. Die Zinsen berechnet Abromeit analog.

Wäre in unserem Beispiel der Nettoverkaufserlös (Verkaufspreis ./ Abbruchkosten) zum Zeitpunkt $T_1 = 10.000.-$ DM, zum Zeitpunkt $T_n = 0$ DM und betrüge die Restnutzungsdauer 5 Jahre, so ergäbe sich folgende Rechnung:

	A	B
durchschnittl. Betriebskosten	32.000.-	10.000.-
durchschnittl. Reparaturkosten	9.000.-	4.000.-
Abschreibung ²⁾	2.000.-	20.000.-
Zinsen	<u>400.-</u>	<u>8.000.-</u>
	43.400.-	42.000.-

Eine Berücksichtigung der jeweiligen Verkaufserlöse - allerdings in einer von der hier beschriebenen Methode abweichenden Weise²⁾ - erscheint daher in den Fällen geboten, in denen eine relativ hohe Minderung der Verkaufserlöse mit der weiteren Nutzung der Altanlage verbunden ist.

Teilweise hat man zwar die vorgenannte Methode der Wirtschaftlichkeitsrechnung dadurch verfeinert, daß man den Einfluß des unterschiedlichen Mechanisierungsgrades beider Verfahren auf die Stückkosten bei Veränderung der Beschäftigung berücksichtigt, jedoch besteht hinsichtlich der Formulierung des Problems und der grundsätzlichen Methode der Wirtschaftlichkeitsrechnung eine Übereinstimmung der Auffassungen.

1) Abromeit, H.G., a.a.O., S. 95

2) Der Ansatz von Abschreibungen auf den Verkaufserlös zum Zeitpunkt T_1 , sowie die Berechnung von Zinsen auf den Restbetrag ist methodisch nicht vertretbar; stattdessen ist mit der effektiven Verkaufspreisminderung und den Zinserträgen aus einem früheren Verkauf zu rechnen (vgl. S. 70 ff.).

§ 3: Kritik

Die im vorigen dargelegte Methode der Wirtschaftlichkeitsrechnung zur Bestimmung des vorzeitigen Ersatzzeitpunktes einer Anlage erscheint in zweierlei Hinsicht als nicht unproblematisch. Zum einen entspricht u.E. die hier vorgenommene Bildung der Alternativen nicht in vollem Umfang dem durch die Problemstellung gesetzten Zweck der Rechnung; zum andern wird bei der Gegenüberstellung der Alternativen nicht in genügendem Maße der Umstand berücksichtigt, daß durch die Änderung der Unternehmungsweise ebenfalls eine Veränderung des zukünftigen Geldbedarfs ausgelöst wird.

A. Die Einengung des Problems durch Bildung unvollständiger Alternativen

Der Einfluß, den das Auftauchen der neuen absolut kostengünstiger arbeitenden Anlage B u.U. auf die Nutzungsdauer der im Betrieb installierten Anlage A ausübt, wird bisher in der Weise untersucht, daß man die Kosten, die bei sofortiger Umstellung anfallen, mit den Kosten vergleicht, die bei Weiterverwendung von A bis zum Ende der technischen Nutzungsdauer entstehen. Als Alternativen werden also nur die Zeitpunkte T_1 (augenblickliche Umstellung) und T_n (Umstellung am Ende der technischen Nutzungsdauer von A) in die Optimumbestimmung einbezogen.

Zuhächst erscheint der Ansatz einer technischen Nutzungsdauer als maximale Nutzungsdauer nicht geeignet, das Problem einer realistischen Lösung zuzuführen, da eine ausschließlich technisch bedingte Nutzungsdauer nicht denkbar ist¹⁾. Die in den "reinen Wirtschaftlichkeitsvergleich" einmündende Größe Abschreibung ist nicht der Quotient aus der Division der Anschaffungsausgaben durch die technische Nutzungsdauer, sondern ihrerseits die Resultante einer Optimumbestimmung.

Darüberhinaus bedeutet diese Verkürzung der Optimumbestimmung durch Konzentration auf lediglich zwei Umstellungszeitpunkte eine Einengung des Problems, die nur bei Vorliegen ganz bestimmter Bedingungen gerechtfertigt ist.

1) Vgl. S. 10 ff.

Aus dem Ergebnis des "reinen Wirtschaftlichkeitsvergleichs" folgt lediglich - unter der Voraussetzung, daß man bei Anlage A und Anlage B die optimale statt einer technisch bedingten Nutzungsdauer ansetzt -, daß die Anlage A nicht wieder investiert wird, sondern die Anlage B. Nicht dagegen kann man aus dem reinen Wirtschaftlichkeitsvergleich den Zeitpunkt entnehmen, zu dem spätestens die Anlage A durch die Anlage B ersetzt wird, da die bisherige optimale Nutzungsdauer der Anlage A durch den technischen Fortschritt sowohl verlängert werden kann als auch verkürzt werden kann; durch das Auftauchen der technisch verbesserten Anlage B im Zeitpunkt T_1 sinkt im allgemeinen der Wiederverkaufspreis der Anlage A schlagartig¹⁾, das bedeutet einen sprunghaften Anstieg der durchschnittlichen Nutzungskosten der Anlage A; da die mit der weiteren Nutzung verbundene Verkaufspreisminderung sehr gering ist, können die durchschnittlichen Kosten von A stagnieren oder gar fallen, so daß die optimale Nutzungsdauer der Anlage A über T_n hinaus verlängert werden kann²⁾.

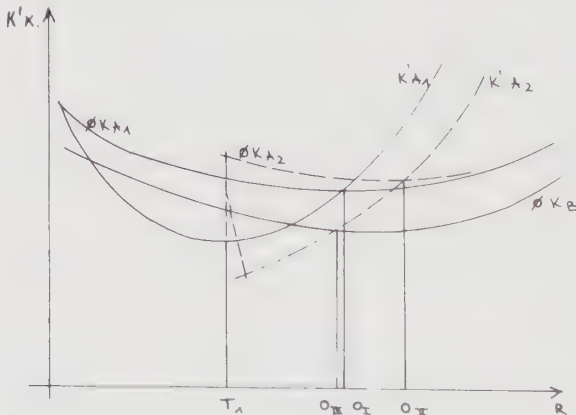
Zur Beantwortung der Frage, zu welchem Zeitpunkt der Ersatz von A durch B vorteilhaft ist, muß eine Wirtschaftlichkeitsrechnung, wenn sie eine der Problemstellung adäquate Lösung angeben will, alle möglichen Umstellungszeitpunkte von T_1 bis zu einem Zeitpunkt T_m als Alternativen heranziehen; die Länge dieses Betrachtungszeitraums ist nicht durch die bisherige Restnutzungsdauer der Anlage A begrenzt, sondern allein davon abhängig, ob innerhalb dieses Be-

1) Dies gilt unabhängig davon, ob der Wiederverkaufspreis für die Anlage A unter stationären Bedingungen als relevant für die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer anzusehen ist (Anlagen des Typs B) oder keinen Einfluß auf die Optimumbestimmung der Nutzungsdauer ausübt (Anlagen des Typs A). Bei der Ermittlung des optimalen Umstellungszeitpunktes ist in jedem Fall die Abnahme des Wiederverkaufspreises der Anlage A in die Rechnung einzubeziehen.

2) Recht deutlich läßt sich eine solche Entwicklung auf dem Markt für Gebrauchtautomobile beobachten; das Auftauchen eines neuen Typs läßt den Wiederverkaufspreis des bisherigen Typs schlagartig sinken. Die Minderung des Wiederverkaufspreises in den nächsten Jahren ist erheblich geringer.

trachtungszeitraum ein optimaler Umstellungszeitpunkt eindeutig ermittelt werden kann. Läßt der zunächst zugrundegelegte Betrachtungszeitraum eine eindeutige Optimumbestimmung nicht zu, so ist der Betrachtungszeitraum entsprechend zu verlängern.

Die Bestimmung des optimalen Umstellungszeitpunktes läßt sich graphisch recht einfach veranschaulichen.



Zum Zeitpunkt T_1 taucht eine neue verbesserte Anlage B auf, deren durchschnittliche Kosten der Anlagenutzung $\emptyset K_B$ betragen. Aufgrund dieses Ereignisses steigen die Grenzkosten der Anlage A = K'_{A1} sprungartig an und haben den durch K'_{A2} wiedergegebenen Verlauf; ebenfalls $\emptyset K_{A1}$ variiert zu $\emptyset K_{A2}$. Der Schnittpunkt von $\emptyset K_{A2}$ und K'_{A2} ist der letzte mögliche Umstellungszeitpunkt; der Betrachtungszeitraum ist also T_1 bis O_{II} . O_{III} ist der optimale Umstellungszeitpunkt¹⁾.

1) Schneiders Konzeption (Schneider, E., Wirtschaftlichkeitsrechnung, a.a.O.) zu diesem Problem wird nicht recht klar; während er (S. 104) unter dem Punkt "Das Ersatzproblem in der Praxis" in gleicher Weise argumentiert wie die hier zitierten Autoren, stellt er das Ersatzproblem im theoretischen Teil (S. 94) ähnlich der hier gewählten Methode dar; da Schneider jedoch nicht die Änderung der Grenzkostenkurve der Altanlage aufgrund des technischen Fortschritts einbezieht, ist seinem Ergebnis nur unter dieser einschränkenden Bedingung zuzustimmen.

Eine Vereinfachung der Optimumbestimmung entsprechend der bisher in der Literatur vorgenommenen Weise führt nur dann zu dem richtigen Ergebnis, wenn lineare Beziehungen zwischen den Kosten und der Nutzungsdauer bestehen, da in diesem Fall der optimale Umstellungszeitpunkt entweder am Anfang oder am Ende des Betrachtungszeitraums liegt.

B. Die fehlende Berücksichtigung der Veränderung des zukünftigen Kapitalbedarfs

Den bisherigen Lösungsvorschlägen gemäß sind für die alte Anlage keine Zinsen, für die neue Anlage durchschnittlich zu zahlende Zinsen (in der Regel in Prozent vom mittleren Kapital ausgedrückt) zu berechnen.

Neben dem grundsätzlichen Einwand, daß der Ansatz kalkulatorischer Zinsen auf das eingesetzte Kapital - gleichgültig, ob es Fremdkapital oder Eigenkapital ist - nicht richtig ist, da bei einer Berechnung von Eigenkapitalzinsen Gewinnbestandteile in die Kosten einfließen, trägt überdies ein solches Vorgehen u.E. in nicht adäquater Weise dem Umstand Rechnung, daß bei einem Ersatz der Anlage zu einem früheren als dem ursprünglich vorgesehenen Zeitpunkt der zur Anschaffung der Anlage notwendige Geldbetrag entsprechend der Vorverlagerung des Ersatzzeitpunktes ebenfalls eher aufzubringen ist.

Zur näheren Kennzeichnung unseres Einwandes wollen wir von der vereinfachenden Annahme ausgehen, daß der Unternehmer

- 1) die Ersatzinvestition mit Eigenkapital finanziere,
- 2) die Ersatzinvestition ausschließlich mit Fremdkapital finanziere.

Zu 1): Zinsen sind in die Wirtschaftlichkeitsrechnung bei Eigenkapitalfinanzierung grundsätzlich nicht einzubeziehen. Um eine Vergleichbarkeit der Alternativen zu erreichen, sind stattdessen zur Optimumbestimmung die Wahlmöglichkeiten, die Eigenkapital in unterschiedlicher Höhe beanspruchen, zu ergänzen, und zwar in der Weise, daß denjenigen Wahlmöglichkeiten, die einen geringeren Eigenkapitalbetrag als die mit dem höchsten Eigenkapitalbetrag verbundene Wahl-

möglichkeit erfordern, der Gewinn hinzugerechnet wird, der sich aufgrund einer anderweitigen - konkret zu fixierenden - Verwendung des Eigenkapitalspitzenbetrags ergibt; außerdem fordert der Grundsatz der Vergleichbarkeit das Zugrundelegen eines für alle Alternativen gleichen Betrachtungszeitraums¹⁾. Die Wahl des gleichen Betrachtungszeitraums ist dann von besonderer Bedeutung, wenn der Zeitpunkt der Realisierung bei den zur Wahl stehenden alternativen Unternehmungsweisen unterschiedlich ist²⁾. Für das hier zu diskutierende Problem der Ermittlung eines optimalen Umstellungszeitpunktes von der bisherigen auf eine neue Unternehmungsweise bedeutet dies, daß der Unternehmer, der prüfen will, ob die Ersatzinvestition 2, 3 oder 5 Jahre früher als ursprünglich geplant vorgenommen werden soll oder nicht, in seiner Wirtschaftlichkeitsrechnung berücksichtigen muß, daß der notwendige Eigenkapitalbetrag ebenfalls 2, 3 oder 5 Jahre früher bereitgestellt werden muß und während dieses Zeitraums einer anderen Verwendungsmöglichkeit nicht zugeführt werden kann.

1) Vgl. Koch, H., Zur Diskussion über den Kostenbegriff, in: ZfhF 1958, S. 355 ff., insbes. S. 390 ff.

2) Bei der Ableitung des Grundprinzips zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Annahme stationärer Bedingungen hatten wir darauf hingewiesen, daß es im allgemeinen zur Optimumbestimmung einzelner Unternehmungsvariablen genüge, durchschnittliche Aufwendungen und Erträge ohne Berücksichtigung des Zeitpunktes ihrer Ausgabenwirksamkeit zu konfrontieren.

Gegenüber den meisten Entscheidungen über einzelne Unternehmungsvariable liegt bei dem hier zu diskutierenden Problem eine differenziertere Entscheidung vor.

Die Vielzahl der Entscheidungen stellen reine "Sachentscheidungen" dar, d.h. es wird unter mehreren gleichzeitig realisierbaren Unternehmungsweisen das Optimum bestimmt. Da eine besondere Berücksichtigung des Zeitmoments wegen des gleichzeitigen Beginns nicht notwendig ist, stellt die oben genannte Methode eine durchaus sinnvolle Optimumbestimmung dar.

In dem hier vorliegenden Fall dagegen ist die Sachentscheidung bereits gefallen. (Die Unternehmungsweise B ist der Unternehmungsweise A vorzuziehen.) Es ist jedoch nicht möglich, mit der Sachentscheidung gleichzeitig die Entscheidung über den Zeitpunkt der Realisierung zu fällen, da die Unternehmungsweise A bereits realisiert ist. Bei Vorliegen solcher Bedingungen ist es unumgänglich, die zeitliche Komponente der Entscheidung von der sachlichen Komponente zu trennen, m.a.W. sowohl eine Sachentscheidung als auch eine Zeitentscheidung zu fällen. (Vgl. hierzu die Ausführungen bei Koch, H., Betriebliche Planung, a.a.O., S. 34 ff., der erstmals diese Unterscheidung in Sach- und Zeitentscheidungen vorgenommen hat.)

Da voraussetzungsgemäß der Ertrag nicht dadurch beeinflusst wird, ob mit der alten Anlage oder mit der neuen Anlage produziert wird, folgt daraus für die Wirtschaftlichkeitsrechnung über den vorzeitigen Ersatz, daß die durchschnittlichen Kosten der neuen Anlage nicht nur den mit der weiteren Nutzung der alten Anlage verbundenen Kosten gegenübergestellt werden, sondern überdies noch dem Gewinn, den der Unternehmer aus einer zwischenzeitlichen anderweitigen Verwendung des Eigenkapitalbetrags erzielen könnte.

Nun ist aber andererseits zu berücksichtigen, daß mit der Einführung eines neuen Verfahrens sich im allgemeinen infolge der niedrigeren Betriebskosten die periodischen Ausgaben verringern; der Überschuß der periodischen Einnahmen über die periodischen Ausgaben wird also bei Anwendung des Verfahrens B vergrößert, m.a.W. die Eigenkapitalfreisetzung bei Anwendung des Verfahrens B ist im Verlauf der Nutzung höher als diejenige bei Verfahren A; das bedeutet: bei Anwendung des Verfahrens B kann im Verlauf der Nutzung jährlich ein höherer Eigenkapitalbetrag gewinnbringend angelegt werden als bei Anwendung des Verfahrens A. Der Gewinn aus anderweitiger Verwendung des Eigenkapitals bei Anwendung des Verfahrens A ist deshalb um den Gewinn zu korrigieren, der aus der erhöhten Kapitalfreisetzung bei Anwendung des Verfahrens B resultiert.

Zu 2): Analog ist für den Fall der ausschließlichen Finanzierung mit Fremdkapital zu argumentieren.

Wenn der Disponent den Ersatzzeitpunkt vorverlegen will, so entstehen ihm für die installierte Anlage unabhängig davon, ob sie in Zukunft noch genutzt wird, je nach den Vereinbarungen mit dem Kreditgeber Zinskosten; ebenfalls unabhängig von der Entscheidung des Unternehmers fallen die jährlichen Tilgungsbeträge für den bei der Investition der Altanlage aufgenommenen Kredit an.

Da die Ersatzinvestition mit Fremdkapital finanziert werden soll, ist zu prüfen, ob der Ansatz durchschnittlicher Zinsen, berechnet in Prozent auf das mittlere Kapital, nach der Formel $z = \frac{K}{2} \cdot \frac{p}{100}$ - diese Methode wird in der Literatur gewählt - zu einem sinnvollen Ergebnis führt. Der Ansatz durchschnittlicher Zinsen, errechnet nach der obigen Formel, impliziert eine bestimmte Annahme über die Art der Tilgung, nämlich die, daß der Kredit in gleichen Jahres-

raten über die gesamte Nutzungsdauer zu tilgen ist.

Eine Tilgung des für die Ersatzinvestition neu aufzunehmenden Kredits von Anfang der Nutzung an aber würde den Kapitalbedarf der zukünftigen Perioden gegenüber dem Fall, daß die Anlage A weiter genutzt wird, verändern und mithin eine Vergleichbarkeit stören.

Hieraus folgt, daß zur Ermittlung der Zinskosten für die neue Anlage von der Bedingung auszugehen ist, daß der Kapitalbedarf in Zukunft gegenüber der ursprünglichen Planung nicht verändert wird; das bedeutet, daß zur Tilgung des für die Anschaffung der Anlage B notwendigen Kredits während der Restnutzungsdauer der Anlage A nicht Tilgungsraten in Höhe der jährlichen Abschreibung angesetzt werden dürfen, sondern nur diejenigen Beträge zur Tilgung verwandt werden dürfen, um die sich bei Anwendung des Verfahrens B die periodischen Ausgaben vermindern.

Die in der Literatur angegebene Methode der Zinskostenberechnung ist also nur unter der Bedingung richtig, daß die Verminderung der Betriebskosten bei Anlage B gegenüber A gleich ist der bei Anlage B anzusetzenden Abschreibung.

C. Zur Verdeutlichung des hier vorgeschlagenen Korrekturvorschlags hinsichtlich der Wirtschaftlichkeitsrechnung zur Ermittlung des optimalen Umstellungszeitpunktes sei es gestattet, die Lösung an dem bereits zitierten Beispiel aufzuzeigen.

Wir wollen annehmen, die Investition werde ausschließlich mit Eigenkapital finanziert; der Betrachtungszeitraum umfasse die Perioden T_4 (zu Beginn der Periode T_4 tauche die neue Anlage B auf) bis T_{10} (einschließlich). Es sei ebenfalls unterstellt, daß der Gewinn aus anderweitiger Verwendung des in der betreffenden Periode frei verfügbaren Eigenkapitalspitzenbetrages am Ende der jeweiligen Periode ausgeschüttet werde.

I. Die Analyse der in die Rechnung einmündenden Größen

Die Bestimmung des optimalen Umstellungszeitpunktes ist abhängig

- 1) von den vom Planungszeitpunkt zu Beginn der Periode T_4 an mit dem Weiterbetrieb der Anlage A verbundenen Ausgaben.

Die Betriebskosten/Periode betragen DM 32.000.-; der Verlauf der effektiven Reparaturkosten sei:

T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}
7.000.-	8.000.-	9.000.-	12.000.-	15.000.-	17.000.-	18.000.-

- 2) von den Nettoverkaufserlösen der Anlage A zu Beginn der Perioden $T_4, T_5 \dots T_{11}$.

Die Nettoverkaufserlöse seien:

T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}
12.000.-	10.000.-	7.000.-	6.000.-	5.000.-	3.000.-	1.000.-	-,--

- 3) von den durchschnittlichen Betriebs- und Reparaturkosten der Anlage B.

Diese betragen $10.000.- + 4.000.- = 14.000.- \text{ DM}^1)$.

- 4) von den anteiligen Anschaffungsausgaben des Verfahrens B in Höhe von $\text{DM } 20.000.-/\text{Jahr}$.

- 5) von dem Gewinn aus anderweitiger Verwendung des jeweiligen Eigenkapitalspitzenbetrages.

Zur Ermittlung des jeweiligen Eigenkapitalspitzenbetrages ist von den Anschaffungsausgaben für die Anlage B die Summe der bei Anwendung des Verfahrens B gegenüber A geringeren periodischen Ausgaben abzuziehen.

(Um diese Gewinne aus der anderweitigen Verwendung des jeweiligen Eigenkapitalspitzenbetrags rechnerisch einfach in unserem Beispiel berücksichtigen zu können, wollen wir von der Annahme ausgehen, daß der Unternehmer zwischenzeitlich sein Eigenkapital in Obligationen mit einer Nettoverzinsung von $7 \text{ \%/anno}$ anlege.)

II. Die Optimumbestimmung

- a) Die Kosten bei Wahl alternativer Umstellungszeitpunkte

Zur Ermittlung des optimalen Umstellungszeitpunktes sind zunächst die Totalkosten des Betrachtungszeitraums zu ermitteln, die sich

1) Da die tatsächlichen Reparaturkosten in den ersten Jahren der Nutzung niedriger sind als die durchschnittlichen Reparaturkosten, entsteht ein geringer Fehler bei der Ermittlung der durch die Anlage B bewirkten Veränderung in der Eigenkapitalfreisetzung. Um jedoch die Einbeziehung weiterer Größen in die Rechnung zu vermeiden, wurde dieser geringfügige Fehler in Kauf genommen.

ergäben, wenn alternativ zum Beginn der Perioden $T_4, T_5 \dots T_{11}$ von Verfahren A auf Verfahren B umgestellt würde.

- 1) Bei sofortiger Umstellung zu Beginn der Periode T_4 fallen keine weiteren Kosten für die Nutzung der Anlage A an. Die Gesamtkosten der Perioden $T_4 - T_{10}$ setzen sich zusammen aus den durchschnittlichen Gesamtkosten der Anlage B.

$$\text{Gesamtkosten} = 14.000 \cdot 7 + 20.000 \cdot 7 = 238.000.-$$

- 2) Bei Wahl des Beginns der Periode T_5 als Umstellungszeitpunkt fallen als Gesamtkosten an:

- a) die Ausgaben, die mit dem Weiterbetrieb der Anlage A in der Periode T_4 verbunden sind.

$$\text{Ausgaben bei A}(T_4) = 32.000.- + 7.000$$

- b) die durchschnittlichen Gesamtkosten für B in den Perioden $T_5 - T_{10}$.

$$\text{Durchschnittskosten bei B}(T_5-T_{10}) = 204.000.-$$

$$\text{Summe a) + b) = 243.000.-}$$

- 3) Entsprechend lassen sich die Gesamtkosten bei Wahl des Beginns der Perioden T_6 bis T_{11} als Umstellungszeitpunkt aus der Summe der tatsächlichen Ausgaben errechnen, die mit dem Weiterbetrieb der Anlage A bis zum Umstellungszeitpunkt verbunden sind, und den durchschnittlichen Kosten des Verfahrens B für die restlichen Perioden. Diese Kosten betragen:

$$T_6 : \text{Gesamtkosten} = 249.000.-$$

$$T_7 : \quad \quad \quad = 256.000.-$$

$$T_8 : \quad \quad \quad = 266.000.-$$

$$T_9 : \quad \quad \quad = 279.000.-$$

$$T_{10} : \quad \quad \quad = 294.000.-$$

$$T_{11} : \quad \quad \quad = 310.000.-$$

Die niedrigsten Gesamtkosten für den Zeitraum von 7 Jahren fallen also bei sofortiger Umstellung an, da die steigenden Betriebs- und Reparaturkosten nicht kompensiert werden durch die fallenden Abschreibungskosten.

- b) Die Erträge bei Wahl alternativer Umstellungszeitpunkte
Die Gesamtkosten sind nun noch zu korrigieren um die Ertragsveränderungen. Die Ertragsänderungen resultieren aus der Änderung der

Nettoverkaufserlöse und der Erträge aus der möglichen anderweitigen Verwendung des Eigenkapitals.

Dieser Korrekturposten wird für die jeweiligen Umstellungszeitpunkte in folgender Weise berechnet:

- 1) Bei sofortiger Umstellung wird für die Altanlage A ein Nettoverkaufserlös von 12.000.- erzielt. Ein Gewinn aus anderweitiger Verwendung des für die Anschaffung von B benötigten Eigenkapitals von 200.000.- wird bei sofortiger Umstellung nicht erzielt.
- 2) Zu Beginn der Periode T_5 beträgt der Nettoverkaufserlös 10.000.-. Der während der Periode T_4 anderweitig verfügbare Eigenkapitalbetrag wird wie folgt ermittelt: Von den Anschaffungsausgaben von B wird zunächst der Nettoverkaufserlös von A, der zu Beginn der Periode T_4 hätte erzielt werden können und somit den Kapitalbedarf für B um diesen Betrag gekürzt hätte, subtrahiert. Als dann ist zu berücksichtigen, daß die mit dem Betrieb von B verbundenen periodischen Ausgaben geringer sind; die periodischen Ausgaben für A in T_4 (32.000.- Betriebskosten + 7.000.- Reparaturkosten) sind um 25.000.- höher als die periodischen Ausgaben für B (14.000.- Betriebskosten). Die durchschnittliche (= halbe) Betriebskostensparnis von B gegenüber A ist also 12.500.-. Dem Disponenten stehen also in der Periode T_4 200.000.- - (12.500.- + 12.000.-) = 175.500.- zu anderweitiger gewinnbringender Anlage zur Verfügung.

Entsprechend wird bei Herausschieben des Ersatzzeitpunktes der in den folgenden Perioden frei verfügbare Eigenkapitalbetrag um die erhöhte Kapittalfreisetzung bei Anwendung von B sowie um die aus dem Verkauf von A erzielbaren Nettoverkaufserlöses gekürzt.

In der folgenden Übersicht sind die in jeder Periode frei verfügbaren Eigenkapitalbeträge, die der Gewinnermittlung zugrunde zu legen sind, rechnerisch genau bestimmt. Es wird jedoch im allgemeinen zur Vermeidung umfangreicher Rechenarbeiten genügen, von einer durchschnittlichen Abnahme auszugehen.

Die Gesamtkosten und die Erträge aus anderweitiger Verwendung des Eigenkapitalspitzenbetrages und aus dem Verkauf der Anlage A, die sich bei Wahl unterschiedlicher Umstellungszeitpunkte für die Perioden T_4 bis T_{10} ergeben, sind in folgender Tabelle (siehe nächste Seite) zusammengestellt.

Kosten und Erträge bei Umstellung zu Beginn der Periode

Kosten/Erträge	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁
I. Kosten								
a) Betriebskosten	70.000.-	92.000.-	114.000.-	136.000.-	158.000.-	180.000.-	202.000.-	224.000.-
b) Reparaturkosten	28.000.-	31.000.-	35.000.-	40.000.-	48.000.-	59.000.-	72.000.-	86.000.-
c) Abschreibungen	140.000.-	120.000.-	100.000.-	80.000.-	60.000.-	40.000.-	20.000.-	-
Summe (a+b+c)	238.000.-	243.000.-	249.000.-	256.000.-	266.000.-	279.000.-	294.000.-	310.000.-
II. Erträge								
a) Verkaufserlöse d. Anlage A	12.000.-	10.000.-	7.000.-	6.000.-	5.000.-	3.000.-	1.000.-	-
b) Gewinn aus anderweitiger Verwertung d. Eigenkapitals	-	12.285.-	22.925.-	31.760.-	38.930.-	43.865.-	45.560.-	45.910.-
Summe (a + b)	12.000.-	22.285.-	29.925.-	37.760.-	43.930.-	46.865.-	46.560.-	45.910.-
I - II	226.000.-	220.715.-	219.075.-	218.240.-	222.070.-	232.135.-	247.460.-	264.090.-

Die Umstellung von A auf B ist also zu Beginn der Periode T₇ optimal.

§ 3: Zusammenfassung

a) Die Lösung des Problems der Bestimmung des optimalen Umstellungszeitpunktes wird im konkreten praktischen Fall u.U. dadurch erschwert, daß sowohl die Kapazität als auch der Mechanisierungsgrad und damit die Veränderung der Stückkosten bei veränderter Beschäftigung der zu vergleichenden Anlagen unterschiedlich sind. Außerdem wird der Disponent häufig nicht die Alternativen stellen: ausschließliche Verwendung der Anlage A - ausschließliche Verwendung der Anlage B. Vielmehr wird es oft so sein, daß trotz des Einsatzes einer neuen Anlage die alte Anlage noch weiterhin genutzt wird - sei es als Reserveanlage, um Beschäftigungsspitzen aufzufangen, sei es als Spezialanlage, die nur für bestimmte, relativ eng begrenzte Aufgaben eingerichtet ist. In diesen Fällen ist eine Modifikation der Optimumbestimmung, die den veränderten Bedingungen Rechnung trägt, erforderlich. Die Möglichkeit des gewinnbringenden Einsatzes der Altanlage in einer anderen Verwendungsart bewirkt tendenziell eine Vorverlagerung des Ersatzzeitpunktes.

b) Trotz dieser Einschränkung schien es geboten, die der bisherigen Methode der Wirtschaftlichkeitsrechnung über den vorzeitigen Ersatz einer Anlage zugrundeliegende Problemstellung zu korrigieren und zu erweitern, um das Problem durch die Frage nach dem optimalen Umstellungszeitpunkt einer allgemeinen Lösung zuzuführen. Darüberhinaus ist u.E. die Berücksichtigung des durch die Vornahme der Ersatzinvestition ebenfalls vorverlagerten Kapitalbedarfs von erheblicher praktischer Bedeutung, wie kurz dargelegt sei.

Die Möglichkeiten der Aufnahme von Fremdkapital zu Investitionszwecken sind im allgemeinen in praxi nicht unbegrenzt, sondern durch das vorhandene Eigenkapital limitiert. Die Tatsache, daß das Kreditvolumen nach oben hin begrenzt ist, hat zur Folge, daß bei Vorhandensein mehrerer Investitionsmöglichkeiten nur diejenigen realisiert werden können, die den höchsten Gewinn versprechen. Steht nun - wie wir es untersucht haben - der Disponent vor der Entscheidung, ob und wann er eine bereits investierte Anlage durch eine technisch verbesserte und kostengünstiger arbeitende Anlage ersetzen soll, dann wird er den vorzeitigen Ersatz doch offensichtlich nur unter

der Bedingung vornehmen, daß die mit der Ersatzinvestition verbundene Kostensenkung bzw. Ertragserhöhung nicht nur die mit dem Weiterbetrieb der Altanlage verbundenen Betriebs- und Reparaturkosten überkompensiert, sondern darüberhinaus noch den Gewinn übersteigt, der aus einer anderen konkurrierenden Erweiterungsinvestition resultiert. Je zahlreicher die Möglichkeiten einer gewinnbringenden Anlage des zur Verfügung stehenden maximalen Gesamtkapitals sind, um so schwerer fällt also die Entscheidung zum Ersatz einer vorhandenen Anlage.

Unter diesem Aspekt betrachtet, erscheint die in der Praxis häufig zu beobachtende Tatsache, daß Unternehmungen, die sich in der Expansion befinden, infolge der zahlreichen möglichen Erweiterungsinvestitionen Rationalisierungsinvestitionen nur in beschränktem Umfang vornehmen, während in Unternehmungen, deren Wachstum stagniert, die Rationalisierungsinvestitionen dominieren, recht verständlich und einleuchtend.

c) Zum Schluß sei noch eine immanente Kritik gegen die im vorigen aufgezeigte Methode der Berücksichtigung von Datenänderungen im Zeitablauf vorgebracht.

Durch das Auftauchen der neuen, technisch verbesserten und kostengünstiger arbeitenden Anlage wird evident, daß der Disponent sich hinsichtlich des Ansatzes der für die Festimmung der Nutzungsdauer relevanten Daten bei der Altanlage geirrt hat. Zur Korrektur der Annahmen, die der ursprünglichen Planung zugrundegelegt sind, stellt der Disponent wiederum eine Wirtschaftlichkeitsrechnung auf; diese Rechnung bezieht zwar die durch den technischen Fortschritt bedingte Datenänderung ein, hinsichtlich des Ansatzes der Daten für die Ersatzanlage und der Methode der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer für die Neuanlage unterscheidet sie sich jedoch nicht von der ursprünglichen Wirtschaftlichkeitsrechnung. Der aufgrund einer solchen Rechnung ermittelte optimale Umstellungszeitpunkt ist deshalb nur unter der Voraussetzung richtig, daß die für die Wirtschaftlichkeitsrechnung der neuen Anlage zugrundegelegten Annahmen auch zutreffen und nicht wie bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung für die bereits installierte Anlage im Zeitablauf durch

die technische Entwicklung bedingt eine Korrektur erzwingen. Das bedeutet aber, daß die im vorigen beschriebene Form der Wirtschaftlichkeitsrechnung die Prämisse impliziert, der technische Fortschritt trete abrupt und einmalig in Erscheinung, er bewirke einen Sprung von einem System stationärer Bedingungen zu einem anderen technisch auf einer höheren Ebene liegenden System.

Eine solche Deutung des technischen Fortschritts mag bei kurzfristigen Planungen angemessen sein, bei langfristigen Planungen jedoch - und in diesem Rahmen ist die Planung der Nutzungsdauer zu sehen - ist eine solche Deutung problematisch. Wirtschaftlichkeitsrechnungen zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer, die nur fallweise dem technischen Fortschritt Rechnung tragen, kann deshalb nur eine begrenzte Aussagefähigkeit zuerkannt werden.

Kapitel II

Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einer Anlage durch Einbeziehung einer dynamischen Entscheidungskomponente

Vorbemerkungen

Grundlegend verschieden von dem bisher diskutierten Lösungsvorschlag ist eine andere Konzeption, die eine der Entscheidungskomponenten - den Stand der technischen Entwicklung - als nicht konstant im Zeitablauf unterstellt und bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung zu berücksichtigen sucht. Eine Lösung dieses Problems fordert eine Methode der Optimumbestimmung, mittels derer bereits bei der Nutzungsdauerbestimmung einer anzuschaffenden Anlage quantitativ dem Umstand Rechnung getragen wird, daß die Zukunft eine kostengünstigere Anlage als die zur Zeit beste bringen wird. Während die bisherigen Lösungsvorschläge eine komprimierte Darstellung des jeweiligen Ansatzes erlaubten, ist es bei der Beschreibung der Methode Terborghs¹⁾ - Terborgh hat bisher als einziger versucht, dem technischen Fortschritt im Rahmen der Planung der Nutzungsdauer quantitativ Rechnung zu tragen - unumgänglich, etwas

1) George Terborgh ist Research Director des "Machinery and Allied Products Institute (MAPI), Washington. Seine Schriften sind innerhalb der sog. "Mapi studies" erschienen. Die grundlegenden Ideen seiner Theorie legte Terborgh in seinem 1949 erschienenen Buch "Dynamic Equipment Policy" nieder. In der Folgezeit korrigierte und erweiterte Terborgh in einer Anzahl von Publikationen (so: MAPI, Replacement Manual, Chicago 1950; MAPI, Company Procedural Manual on Equipment Analysis, Chicago 1951; An Introduction to Equipment Analysis, MAPI, May 1956; Business Investment Policy, Washington 1958 etc.) seine Gedankengänge. Aus den Ausführungen Albachs, der das neueste Werk Terborghs einer kritischen Analyse unterzogen hat (Albach, H., Investitionspolitik in Theorie und Praxis - zu dem neuen Werk von George Terborgh "Business Investment Policy", in: ZfB 1958, S. 766 ff.), geht jedoch hervor, daß in den grundlegenden für unseren Problemkreis besonders interessanten Gedankengängen eine neue Stellungnahme nicht bezogen worden ist. Den Ausführungen Albachs ist vielmehr zu entnehmen, daß das Hauptanliegen der neueren Schriften Terborghs einerseits darin zu sehen ist, die ursprünglich starre Konzeption flexibler zu gestalten (s. Fußn. S. 88), andererseits es das Bestreben Terborghs war, die der Untersuchung zugrundegelegten Annahmen durch empirische Analysen stärker zu untermauern und der Praxis zugänglicher zu machen.

weiter auszuholen; diese Notwendigkeit liegt darin begründet, daß das begriffliche Instrumentarium gänzlich von dem bisher in den diesbezüglichen Arbeiten verwendeten abweicht, was ja in Anbetracht der Tatsache, daß Terborgh einen vollkommen neuen Weg beschreitet, verständlich erscheint¹⁾.

§ 1: Darstellung der Methode Terborghs

A. Die Problemstellung Terborghs

Das Problem der Wirtschaftlichkeitsrechnung bei Ersatzinvestitionen teilt Terborgh in zwei Teilprobleme auf:

a) Das erste Problem besteht darin, die zur Zeit beste Ersatzanlage für eine im Betrieb installierte Anlage zu bestimmen. (The first is the selection of the "challenger", that is to say, the best unit or group of units now available for the replacement of the incumbent, which we may call the "defender".)²⁾

b) Als zweites ist zu untersuchen, ob die Maschine zu diesem Zeitpunkt ersetzt werden soll oder nicht. (The second is the determination of whether the challenger is valid, in other words, whether the defender is presently replaceable.)^{3) 4)}

Entsprechend der Problemstellung ist der Gang der Wirtschaftlichkeitsrechnung:

Zunächst ist eine Auswahl unter den zur Zeit verfügbaren Ersatzmaschinen mit dem Ziel zu treffen, die beste Ersatzmaschine zu bestimmen. Diese Wirtschaftlichkeitsrechnung stimmt grundsätzlich mit der Rechnung überein, die bei einer geplanten Neuinvestition anzustellen ist.

1) Im deutschen Schrifttum sind die Gedankengänge Terborghs bisher wenig aufgegriffen. Neben Albach, der die neueren Schriften Terborghs einer kritischen Wiedergabe unterzieht und sie mit der neueren Investitionstheoretischen Literatur konfrontiert, sind es nur v. Briel und Schindler, die in ausführlicher Weise die Methode Terborghs darstellen (v. Briel, R., a.a.O., S. 102 ff., Schindler, H., Investitionsrechnungen in Theorie und Praxis, Meisenheim/Glan 1958, S. 75 ff.).

2) Terborgh, G., Dynamic Equipment Policy, a.a.O., S. 54

3) Terborgh, G., a.a.O., S. 54

4) Die von Terborgh so anschaulich geprägten Begriffe "challenger" und "defender" werden hier im Anschluß an Schindler (a.a.O., S. 75) mit "beste Ersatzmaschine" bzw. "vorhandene Maschine" übersetzt.

Alsdann ist zu prüfen, ob die zur Zeit beste Ersatzmaschine die installierte Anlage verdrängen kann.

Da im Rahmen unserer Untersuchung nur der Vorschlag Terborghs zur Lösung des zweiten Teilproblems interessiert, soll im folgenden dieser "zweite Teil" der Wirtschaftlichkeitsrechnung näher beschrieben werden.

B. Die Lösung Terborghs

Bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen über den Zeitpunkt des Ersatzes einer vorhandenen Anlage (defender) durch die zur Zeit beste Ersatzanlage (challenger) ist zu beachten, daß der challenger in dem Augenblick seiner Installation im Betrieb selbst zu einem defender wird; d.h., daß diese neu installierte Maschine sich wiederum gegen die zu späteren Zeitpunkten verfügbaren besten Ersatzmaschinen, die, gemessen an der augenblicklich besten Ersatzmaschine, vorteilhafter sind, verteidigen muß. (It is true, that the challenger has eliminated all presently available rivals, but he has not eliminated future rivals.)¹⁾

Diesem Problem, das die im vorigen Kapitel aufgezeigten Methoden nicht in ihr Kalkül einbezogen und demzufolge auch nicht zu lösen imstande waren, versucht Terborgh in folgender Weise zu begegnen²⁾.

1) Terborgh, G., a.a.O., S. 55

2) Der Vollständigkeit halber seien an dieser Stelle die Ausführungen Jacobs erwähnt (Jacob, H., a.a.O., S. 145), der m.W. als einziger der deutschen Autoren, die sich mit dem Problem des vorzeitigen Ersatzes von Anlagen befassen, darauf hinweist, daß als Folge des technischen Fortschritts in Zukunft eine Maschine auf dem Markt angeboten werden könne, die noch kostengünstiger arbeitet als diejenige, deren Investition man im Augenblick plant. Aufgrund der Annahme sicherer Erwartungen - diese Annahme bedeutet, daß der Disponent nicht nur den Zeitpunkt des Auftauchens der jeweils neuen kostengünstiger arbeitenden Anlage, sondern darüberhinaus auch die effektive Kostenersparnis kennt - gelingt es Jacob mit Hilfe einer Totalkostenrechnung über einen Zeitraum, der alle Zeitpunkte des Auftauchens neuer Anlagen umspannt, ein einfach zu handhabendes Entscheidungskriterium zu liefern. Obwohl Jacob von anderen Prämissen ausgeht, wird aber durch diese Ausführungen eines evident: Die Berücksichtigung des in der Zukunft liegenden technischen Fortschritts bewirkt tendenziell ein Herausschieben des Zeitpunktes der Ersatzinvestition; steht nämlich der Disponent im Zeitpunkt T_0 vor der Alternative, ob er die Ersatzinvestition jetzt oder zu einem späteren Zeitpunkt T_n vornehmen soll, so wird er in dem Fall, daß er sofort die Ersatzinvestition vor-

Forts. d. Fußn. s. S. 81

Vom Augenblick ihres Einsatzes im Betrieb unterliegt die Maschine:
1) dem Verschleiß (deterioration)¹⁾.

Der Verschleiß äußert sich darin, daß mit zunehmender Nutzungsdauer der Erfolg, gemessen an dem Erfolg aus dem Betrieb einer neuen Anlage gleicher technischer Beschaffenheit, abnimmt. Der Grund für die Abnahme des Erfolges kann in einer Erhöhung der Betriebskosten, insbesondere der Reparaturkosten, liegen; es kann aber auch ein Ertragsrückgang mit fortschreitender Nutzungsdauer eintreten, falls das Nachlassen der Präzision der Maschine es nur noch gestattet, Güter geringerer Qualität zu erzeugen.

2) Eine Maschine unterliegt ferner der Veralterung (obsolescence). Die Veralterung zeigt sich darin, daß mit fortschreitender Nutzungsdauer der Anlage der Erfolg, gemessen an dem Erfolg, der sich erzielen ließe, wenn man mit der besten, jeweils auf dem Markt angebotenen Anlage produzieren würde, abnimmt. (Obsolescence appears in the growing inferiority of such a replica of the existing unit in comparison with the best new machine currently available).²⁾

Eine im Betrieb installierte Anlage befindet sich also aus zwei Gründen im Nachteil: Einmal ist sie gegenüber einer gleichen Maschine durch den Verschleiß benachteiligt - eine Folge des Einsatzes von Anlagen, der auch in einem stationären System sich zeigen würde -, zum andern ist sie gegenüber der besten im Augenblick verfügbaren Anlage benachteiligt - eine ausschließliche Folge des technischen Fortschritts.

Der quantitative Ausdruck dieser beiden Einflußfaktoren - Terborgh nennt ihn "operating inferiority" - wird von Schindler mit "betriebliche Minderwertigkeit" bzw. "Intensitätsnachteil" bezeichnet³⁾.

Wir wollen im folgenden die "operating inferiority" mit "Erfolgs-

1) Terborgh, G., a.a.O., S. 61

2) Terborgh, G., a.a.O., S. 61

3) Schindler, H., a.a.O., S. 77

Forts. d. Fußn. v. S. 80

nimmt, voraussichtlich nicht mehr in der Lage sein, den technischen Fortschritt der mittelbar dem Zeitpunkt T_0 unmittelbar folgenden Zukunft für sich zu verwenden, während er bei Herausschieben der Ersatzinvestition späterhin jederzeit die Ersatzinvestition vornehmen kann.

nachteil" wiedergeben, weil u.E. durch eine solche Übersetzung am ehesten zum Ausdruck kommt, daß eine alte Maschine entweder mit höheren Betriebskosten arbeitet oder aber einen geringeren Ertrag als die beste augenblicklich verfügbare Maschine erwirtschaftet.

Die Zunahme dieses Erfolgsnachteils, von Terborgh "inferiority gradient" bezeichnet, worunter "the annual rate at which the operational gap widens between the machine in service and its best current alternative" verstanden wird¹⁾, wollen wir analog zur obigen Übersetzung mit "Erfolgsminderung" bezeichnen.

Die Ermittlung des "Erfolgsnachteils" bzw. der "Erfolgsminderung" soll folgendes einfache Beispiel verdeutlichen:

Ein Unternehmer habe zum Zeitpunkt T_0 eine Anlage A investiert. Der Ertrag aus dem Betrieb der Anlage, so wollen wir der Einfachheit halber annehmen, sei genau zurechenbar und betrage konstant jährlich 50 GE. Die Betriebskosten sollen sich aufgrund der jährlich steigenden Reparaturkosten von 20 GE im 1. Jahr um jährlich 1 GE erhöhen. Die Betriebskosten der Anlage A betragen also in den nächsten 10 Jahren:

$t_1 = 20, t_2 = 21, t_3 = 22, t_4 = 23, t_5 = 24, t_6 = 25, t_7 = 26,$
 $t_8 = 27, t_9 = 28, t_{10} = 29$ GE.

Der Erfolgsnachteil ist nur durch den Verschleiß bedingt.

Der Erfolgsnachteil hat aber als Komponente nicht nur den Verschleiß (deterioration), sondern auch die Veralterung (obsolescence). Um den Einfluß der Veralterung zu kennzeichnen, wollen wir wiederum eine ganz einfache Annahme machen.

In jedem Jahr soll eine neue Maschine gleichen Verwendungszwecks auf dem Markt angeboten werden, also zum Zeitpunkt T_1 die Maschine B, zum Zeitpunkt T_2 die Maschine C usw.. Die Maschine B ist der Maschine A aufgrund des technischen Fortschritts dadurch "überlegen", daß bei ihr die Betriebskosten/Jahr um eine Geldeinheit niedriger sind, während der Verschleiß bei beiden Maschinen absolut gleich ist (er soll wiederum eine GE/Jahr betragen). Im gleichen Verhältnis, in dem die Anlage B gegenüber der Anlage A im Vorteil ist, soll die Anlage C gegenüber der Anlage B, die Anlage D gegenüber C etc. bevorzugt sein; allgemein: die in jedem Jahr erscheinende neue

1) Terborgh, G., a.a.O., S. 76

Anlage ist der im vorausgehenden Jahr erschienenen Anlage aufgrund des technischen Fortschritts durch um 1 GE niedriger Betriebskosten überlegen; die Annahme, der Verschleiß sei bei allen Anlagen gleich, bedeutet, daß der Vorteil nicht nur im 1. Jahr der Nutzung, sondern im Verlauf der gesamten Nutzungsdauer besteht.

Die folgende Tabelle möge das noch einmal veranschaulichen:

Jährliche Kosten der Nutzung bei Einsatz der Maschinen A, B, C...

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
A (T_0)	20	21	22	23	24	25	26
B (T_1)		19	20	21	22	23	24
C (T_2)			18	19	20	21	22
D (T_3)				17	18	19	20
E (T_4)					16	17	18

Da wir den Ertrag mit 50 GE/Jahr als konstant vorausgesetzt hatten, können wir jetzt den Brutto-Erfolg/Jahr (Ertrag $\cdot$ /. Betriebskosten) beim Einsatz unterschiedlicher Maschinen festlegen.

Brutto-Erfolg/Jahr bei Einsatz unterschiedlicher Maschinen

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
A (T_0)	30	29	28	27	26	25	24
B (T_1)		31	30	29	28	27	26
C (T_2)			32	31	30	29	28
D (T_3)				33	32	31	30
E (T_4)					34	33	32

Anhand der vorstehenden Tabelle läßt sich die "operating inferiority" verdeutlichen.

Im Zeitraum t_1 ist der Erfolgsnachteil = 0. (Die Anlage A erwirtschaftet den höchsten Brutto-Erfolg und ist die beste auf dem Markt angebotene Maschine.)

In der Periode t_2 ist der Erfolgsnachteil 2 GE; er setzt sich zusammen aus:

- a) dem Verschleiß = 1 GE (Die Betriebskosten der Anlage A in t_2 sind um eine Geldeinheit höher als in der Periode t_1 .)
- b) der Veralterung = 1 GE (Die Betriebskosten einer neuen Anlage A sind um eine GE höher als die der zur Zeit besten Ersatzmaschine B.)

Entsprechend ist der Erfolgsnachteil in der Periode t_3 zu ermitteln. Der Verschleiß beträgt 2 GE; die Veralterung - d.h. der "Nachteil" der Maschine A gegenüber der besten zur Zeit auf dem Markt angebotenen Maschine C ebenfalls 2 GE; der Erfolgsnachteil ist also in Periode t_3 4 GE und entsprechend in den Perioden $t_4, t_5, t_6 \dots t_n$: 6, 8, 10... $t_{(n-1)} \cdot 2$ GE. Die Erfolgsminderung beträgt:

$$\frac{\Delta E}{\Delta t} = 2 \text{ GE/Jahr.}$$

Würde nun der Unternehmer bestrebt sein, den Erfolgsnachteil so gering wie möglich zu gestalten, so käme er zu dem Ergebnis, in jedem Jahr eine neue Maschine und zwar die jeweils beste zu beschaffen.

Nun ist aber zu berücksichtigen, daß sich der Erfolgsnachteil nur auf die relativen Vorteile bzw. Nachteile bei den Betriebskosten bezieht, nicht jedoch auf die ebenfalls von der Nutzungsdauer abhängigen Kapitalkosten (anteilige Anschaffungsausgaben und Zinskosten); der Investor muß deshalb bei der Entscheidung über den Ersatz einer Anlage dem Gesichtspunkt Rechnung tragen, daß einerseits die Erfolgsminderung mit zunehmender Nutzungsdauer wächst, andererseits die periodenanteiligen Kapitalkosten mit zunehmender Nutzungsdauer abnehmen. (The analyst has to choose between more capital cost with less imperfection or less capital cost with more imperfection (S. 63).)

Hieraus folgt für die Bestimmung der Nutzungsdauer: Für die Beendigung der Nutzungsdauer ist das Jahr optimal, für welches die Summe aus Kapitalkosten in diesem Jahr und Erfolgsnachteil in diesem Jahr ein Minimum werden. Diese Nutzungsdauer ist also nicht wie in den bisher beschriebenen Lösungsansätzen ausschließlich durch absolute Zahlen gekennzeichnet, sondern dadurch, daß eine relative "Benachteiligung" gegenüber der besten Maschine bei Realisierung der optimalen Nutzungsdauer minimal wird; diese "Benachteiligung" nennt Terborgh "adverse minimum"; wir wollen sie in Anlehnung an Schindler als "minimalen Verfahrensnachteil" bezeichnen^{1) 2)}. Es soll hierauf verzichtet werden, die Berechnung des "adverse minimum" in der von Terborgh vorgeschlagenen Weise nachzuvollziehen, da im Rahmen unserer Diskussion die Methode Terborghs mehr inso-

1) Terborgh, G., a.a.O., S. 63/64

2) Schindler, H., a.a.O., S. 78

weit interessiert, als sie dem technischen Fortschritt Rechnung zu tragen sucht¹⁾.

Es gilt nun im einzelnen darzulegen, mit Hilfe welcher Annahmen Terborgh die quantitative Einbeziehung des technischen Fortschritts in die ex ante Wirtschaftlichkeitsrechnung zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer ermöglicht²⁾.

1) Hingewiesen sei an dieser Stelle lediglich darauf, daß Terborgh bei der Berechnung des "adverse minimum" methodisch, nicht im Ansatz der in die Gleichung einmündenden Variablen, in gleicher Weise wie Schneider vorgeht. Schindler, der sehr eingehend den Schneiderschen Ansatz mit dem Terborghschen konfrontiert, zeigt dies sehr anschaulich. (Die gegen die Schneidersche Konzeption der Abzinsung der Einnahmen und Ausgaben erhobenen Bedenken sind also in gleicher Weise gegen die Methode Terborghs vorzubringen.) Die Behauptung v. Briels "Terborghs Theorie unterscheidet sich von der Periodenkosten- und damit auch von der Kostenwert-Theorie (Anm. d. Verf.: gemeint ist die Lösung Schneiders für den Fall konstanter Bruttoerträge/Jahr) nur darin, daß er an Stelle der Betriebs- und Instandhaltungskosten die operating inferiority verwendet" (a.a.O., S. 102), erscheint u.E. für das Bemühen Terborghs, den technischen Fortschritt quantitativ in die Investitionstheorie einzubauen, eine zu sehr von formalen Gesichtspunkten geleitete Beurteilung zu sein.

2) Es erscheint an dieser Stelle notwendig zu begründen, weshalb Terborghs Theorie ebenfalls in die Reihe derjenigen Lösungsansätze eingestuft wird, die dem Umstand, daß dem Disponenten der Einblick in die Zukunft verwehrt ist, nicht explizite Rechnung tragen, sondern lediglich an die Stelle sicherer Entscheidungskomponenten erwartete Entscheidungskomponenten setzen, obwohl es doch ein spezifisches Anliegen Terborghs ist, den hinsichtlich des Ausmaßes und Zeitpunkts des Wirksamwerdens ungewissen technischen Fortschritt in die ex ante Wirtschaftlichkeitsrechnungen einzubeziehen. Der Grund hierfür liegt zum einen darin, daß Terborgh die Ungewißheit bei ex ante Wirtschaftlichkeitsrechnungen nicht als eine alle Entscheidungskomponenten komplex betreffende Bedingung interpretiert, sondern nur die Ungewißheit hinsichtlich des technischen Fortschritts, der bei den Anlagen zur Erstellung der Produkte auf-tauchen kann. Zum zweiten unternimmt Terborgh erst gar nicht den Versuch, das Problem der Einbeziehung des zukünftigen technischen Fortschritts in einer dem Phänomen der Ungewißheit angemessenen Weise überhaupt zu stellen - sei es, daß er ein Kriterium für die sinnvolle Reduktion der Mehrwertigkeit der Zukunftsvorstellungen zu einwertigen Erwartungen aufzustellen sich bemüht, sei es, daß er dem Entscheidungskriterium eine besondere durch die Ungewißheit ausgelöste Nebenbedingung zufügt. Terborgh beschränkt sich vielmehr darauf, ex ante einwertige "Normprojektionen" für die Entwicklung des technischen Fortschritts in der Zukunft aufzustellen. (Der Begriff der Projection Patterns wird in dem Buch "Dynamic Equipment Policy" noch nicht erwähnt; er taucht erst in dem neuesten Werk Terborghs "Business Investment Policy" auf; vgl. Albach, H., a.a.O., S. 772).

Terborgh löst das Problem der Einbeziehung des zukünftigen technischen Fortschritts mittels zweier Standardannahmen (standard assumptions).

Die erste Standardannahme lautet: Future challengers will have the same adverse minimum as the present one¹⁾. Zukünftige Ersatzmaschinen weisen den gleichen minimalen Verfahrensnachteil auf wie gegenwärtige.

Diese Annahme besagt zunächst, daß nicht nur die augenblicklich installierte Maschine der zur Zeit besten Ersatzanlage gegenüber benachteiligt ist, sondern auch jede in Zukunft installierte Anlage gegenüber der dann besten Ersatzmaschine. Darüberhinaus besagt diese Standardannahme, daß das Ausmaß der Benachteiligung einer im Betrieb befindlichen Anlage gegenüber der jeweils besten Ersatzanlage im Zeitablauf stets gleich ist, m.a.W.: eine zur Zeit betriebene Anlage A ist gegenüber der zur Zeit besten Ersatzanlage B in gleichem Maße benachteiligt wie in Zukunft die Anlage B gegenüber der Anlage C. In dem vorhin beschriebenen Beispiel ist diese Standardannahme veranschaulicht; in jedem Jahr wird eine neue bessere Maschine auf dem Markt angeboten, in der Periode t_3 ist die Anlage B gegenüber der Anlage C und in der Periode t_4 die Anlage C gegenüber der Anlage D in gleicher Weise benachteiligt wie in der Periode t_2 die Anlage A gegenüber Anlage B. (Die operating inferiority ist in jedem Fall 2 GE.)²⁾

Interessant ist die Begründung Terborghs: Der Grund für die Formulierung dieser Annahme liegt nach Terborgh darin, daß keine andere als die getroffene Annahme - die Gegenwart in die nicht vorhersehbare Zukunft hineinzuprojizieren - vernünftiger sei. (Is any alternative assumption more reasonable? We know of none. In general, when the future cannot be foreseen, the best we can do is to project a continuation of present.)³⁾

1) Terborgh, G., a.a.O., S. 64

2) Der Einfachheit halber ist die operating inferiority, die ja nur eine Komponente des adverse minimum darstellt, als Maßstab für die Konstanz des minimalen Verfahrensnachteils gewählt worden; diese Vereinfachung, die ja nur unter der Bedingung, die Kapitalkosten seien bei allen Investitionen im Zeitablauf konstant, vorgenommen werden darf, erschien dem Verf. wegen der größeren Anschaulichkeit erlaubt.

3) Terborgh, G., a.a.O., S. 64/65

Die zweite Standardannahme Terborghs lautet: The present challenger will accumulate operating inferiority at a constant rate over its service life. Die Abnahme des Erfolgsnachteils erfolgt in einer konstanten Rate während der Nutzungsdauer¹⁾.

Diese Annahme Terborghs bedeutet in erster Linie eine Vereinfachung der Rechnung. Anstatt mit dem tatsächlichen Erfolgsnachteil von Jahr zu Jahr zu rechnen, nimmt Terborgh an, daß der Erfolgsnachteil in gleichbleibenden Raten abnehme, die Erfolgsminderung also während der gesamten Nutzungsdauer konstant sei. In unserem Beispiel haben wir ebenfalls diese Annahme Terborghs verifiziert; die Erfolgsminderung betrug konstant 2 GE/Jahr.

Terborgh, der diese Annahme als eine "methodological necessity" bezeichnet, gibt zwar zu, daß in retrospektiver Sicht diese Bedingung in den seltensten Fällen erfüllt ist, führt aber gleichzeitig an "what the analyst needs, obviously, is a projection based on the average experience of a large number of similar machines in similar service"²⁾.

Nun impliziert aber die Annahme, der Erfolgsnachteil wachse stetig, sowohl die Annahme, daß der Verschleiß als auch die Veralterung als Komponenten des Erfolgsnachteils ebenfalls in konstanten Raten zunehmen.

Hinsichtlich der Veralterung argumentiert Terborgh für die Annahme eines solchen Verlaufs analog der Begründung der ersten Standardannahme "similary, while we cannot foresee the time distribution of obsolescence in any one case, we can be reasonably sure that the average distribution for a large number of cases will approach uniformity"³⁾.

Während Terborgh also zur Begründung für die konstante Zunahme der Veralterung die Wahrscheinlichkeitsverteilung heranzieht, argumentiert er für die Annahme eines konstanten Verschleißes, daß die Empirie und die allgemeine Beobachtung für eine solche Annahme sprächen. (There is no theoretical presumption, therefore, that deterioration accumulates at a constant rate over the service life,....

1) Terborgh, G., a.a.O., S. 65

2) Terborgh, G., a.a.O., S. 66

3) Terborgh, G., a.a.O., S. 68

Here the question turns, not on the theory of probability, but on empirical evidence and common observation.)¹⁾

Zur Fundierung dieser Annahme hat Terborgh die Abhängigkeit der Reparaturkosten bei einer Vielzahl typischer Maschinen der verschiedensten Branchen untersucht (Textilmaschinen, Landmaschinen, Lokomotiven, Automobile, Maschinen der metallverarbeitenden Industrie etc.); er findet seine Annahme in allen Industrien weitgehend bestätigt²⁾.

Eine Modifizierung dieser Annahme führt Terborgh in seinem Buch "Business Investment Policy" durch³⁾, und zwar in der Weise, daß er neben der Möglichkeit eines konstant zunehmenden Verschleißes noch die Möglichkeit offen läßt, daß die Zunahme der deterioration in steigenden oder fallenden Raten erfolgen kann. Diese Annahme hat aber bei einer konstanten Zunahme der obsolescence eine ebenfalls nicht in konstanten Raten zunehmende operating inferiority zur Folge.

Es ist Albach zuzustimmen, der diese Umgestaltung der ursprünglich starren Form in eine flexiblere als besser geeignet ansieht, das Problem einer allgemeineren und theoretisch befriedigenderen Lösung zuzuführen.

§ 2: Der Gültigkeitsbereich der Theorie Terborghs

Bevor die Frage, ob das theoretische Instrumentarium Terborghs geeignet ist, dem gestellten Problem in adaequater Weise gerecht zu werden, geprüft werden soll, erscheint es als notwendig, den Gültigkeitsbereich der Theorie Terborghs festzulegen.

Terborgh begründet die Annahme, die operating inferiority nehme während der Nutzungsdauer in einer konstanten Rate zu, mit dem Argument, daß eine solche Entwicklung zwar in den seltensten Fällen bei Beobachtung nur einer Anlage festzustellen sei, jedoch im Durchschnitt einer großen Zahl ähnlicher Maschinen ähnlicher Verwendungsart als realistisch angenommen werden könne, da nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung die Abweichungen von der

1) Terborgh, G., a.a.O., S. 68

2) Siehe Terborgh, G., a.a.O., S. 70 ff., S. 247

3) Vgl. Albach, H., a.a.O., S. 773

als Norm festgelegten Zunahme der operating inferiority sich ausgleichen.

Die Möglichkeit der Anwendung dieser Standardannahme impliziert also die Voraussetzung, daß eine entsprechend große Anzahl ähnlicher Maschinen im Betrieb installiert ist; sie ist daher nicht anwendbar bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen, die anläßlich der geplanten Investition nur einer einzigen einmaligen Anlage aufgestellt werden und auch nicht bei solchen Investitionen, die zwar nicht einmalig, jedoch nicht in so großer Zahl vorgenommen werden, daß die Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung sinnvoll angewendet werden können.

Nun lehrt aber die Erfahrung, daß es gerade diese einmaligen Investitionen sind (gedacht ist hier z.B. an die Errichtung einer Walzstraße, den Bau eines Hochofens, die Anlage eines Fließbandes, die Umstellung der Buchhaltung durch Einsatz von elektronischen Rechanlagen etc.), die die zukünftige Unternehmungspolitik entscheidend bestimmen. Die Notwendigkeit einer genauen Analyse der Wahlmöglichkeiten und der die jeweilige Erfolgsziffer beeinflussenden Daten ist darüberhinaus wegen der hohen Anschaffungsausgaben und des häufig hohen Spezialisierungsgrades der Anlage gerade bei einmaligen Investitionen evident.

Terborgh begegnet dem Einwand gegen die fehlende Allgemeingültigkeit mit dem Argument, daß die Vielzahl der Investitionen "Kostensenkungen und Verbesserungen in den bestehenden Produktionsverfahren betreffen" und für die allgemeine Politik und Marktstrategie unbedeutend seien; es käme vielmehr darauf an, "daß er (der Disponent) im Durchschnitt einer großen Zahl von Fällen richtig liegt"¹⁾.

Diese Begründung Terborghs leuchtet allerdings nicht ein; wenn die Mehrzahl der betrieblichen Investitionen kleinere Routineinvestitionen betreffen (was berechtigt erscheint, stellt man auf die Menge ab), so ist andererseits zu fragen, warum diese relativ komplizierten Wirtschaftlichkeitsrechnungen für die einzelnen Investitionsvorhaben vorgeschlagen werden, wo es doch nur darum geht, un-

1) Siehe Terborgh, G., Business Investment Policy, a.a.O., S. 12 u. S. 13, zitiert nach Albach, H., Investitionspolitik in Theorie und Praxis, a.a.O., S. 771

gefähr richtig zu liegen.

Die Theorie Terborghs kann also nicht - so muß zusammenfassend festgestellt werden - auf den in der Praxis besonders interessanten und problematischen Fall der einmaligen Investition angewendet werden.

§ 3: Kritik

a) Terborgh glaubt, dadurch eine Annahme über den technischen Fortschritt machen zu können, daß er die bisherige Entwicklung des technischen Fortschritts in der Vergangenheit bis zur Gegenwart in die Zukunft hineinprojiziert.

Zur Prüfung der Berechtigung einer solchen Extrapolation ist deshalb zunächst zu untersuchen, unter welchen Bedingungen eine Extrapolation der bisherigen Entwicklung als sinnvoll und daher als berechtigt angesehen werden kann.

Drei Bedingungen sind denkbar, die eine Extrapolation als vertretbar erscheinen lassen:

- 1) Die die bisherige Entwicklung beeinflussenden Daten sind im Zeitablauf konstant.
- 2) Die Änderungen der Daten im Zeitablauf heben sich gegenseitig in ihrer Wirkung auf, so daß die Konstanz der Wirkung der Daten in ihrer Gesamtheit erhalten bleibt.
- 3) Die Änderung der Daten vollzieht sich stetig und in gleicher Relation, so daß die Wirkung der Daten in ihrer Gesamtheit ebenfalls einer stetigen Veränderung unterliegen.

Die unter 3) genannte Voraussetzung wird in der Regel für die Berechtigung der Extrapolation globaler gesamtwirtschaftlicher Größen angeführt, da man es als realistisch unterstellen kann, daß sich die Änderung entsprechender gesamtwirtschaftlicher Daten im Zeitablauf mit einer gewissen Regelmäßigkeit vollzieht.

Diese allgemeine Erfahrung, daß eine stetige Entwicklung wirtschaftlicher Größen in der Realität häufiger anzutreffen ist als abrupte Veränderungen, hat in vielen Fällen dazu geführt, die Extrapolation zum Zwecke der Prognose einzelwirtschaftlicher Größen heranzuziehen. Dieser Induktionsschluß hat zweifellos auch der Formulierung der ersten Standardannahme Terborghs zugrundegelegen,

denn Terborgh begründet sein Vorgehen mit der These, daß die von ihm getroffene Annahme die vernünftigste unter allen Annahmen sei.

Wenn auch anerkannt werden muß, daß es in erster Linie das Bestreben Terborghs ist, eine für Investitionsrechnungen brauchbare Formel, in der der technische Fortschritt quantitativ berücksichtigt ist, zu gewinnen, so bleibt dennoch diese Begründung unbefriedigend; denn eine Methode, die hinsichtlich ihrer Zweckmäßigkeit nicht an dem Ziel, sondern lediglich an dem Grad der Zweckmäßigkeit der übrigen Methoden bestimmt wird, muß ein zufallsbestimmtes Ergebnis liefern. Auf kurze Sicht kann zwar, da in diesem Falle die Zukunft insoweit voraussehbar ist, daß mit einem hohen Grad an Wahrscheinlichkeit die Konstanz der Einflußfaktoren auf kurze Sicht angenommen werden kann, die Extrapolation durchaus zu brauchbaren Ergebnissen führen. Auf lange Sicht dagegen kann eine Extrapolation ohne Berücksichtigung der für die Entwicklung kausalen Daten aber nur eine formale und behelfsmäßige Lösung sein. Die Konzeption einer konstanten Zunahme des technischen Fortschritts ist also nicht zu begründen; sie bleibt in jedem Fall eine theoretisch unbefriedigende Notlösung, deren einziger Vorteil gegenüber einer anderen Annahme darin zu sehen ist, daß die Erfahrung lehrt, daß abrupte Veränderungen in der Entwicklung seltener anzutreffen sind als eine stetige Entwicklung.

Die im vorigen gegen die Methode der Einbeziehung des technischen Fortschritts erhobenen Bedenken stellen keine immanente Kritik an der Konzeption Terborghs dar; die Einwendungen gegen die von Terborgh vorgenommene Extrapolation fordern zunächst nur eine Korrektur, Ergänzung und Verfeinerung der Methode der direkten Extrapolation durch andere Prognosemethoden - gedacht ist hier an die Methode der Induktion, der Deduktion und des Analogieschlusses¹⁾ -,

1) Zu den Methoden der Prognose siehe:

Kondratieff, N.D., Das Problem der Prognose, in Sonderheit der sozialwissenschaftlichen, in: Annalen der Betriebswirtschaft, Bd. I (1927), S. 41 ff. u. S. 221 ff.

Morgenstern, O., Wirtschaftsprognose, Wien 1928

Schäfer, E., Grundlagen der Marktforschung, Köln u. Opladen 1953

Lutz, F., Das Problem der Wirtschaftsprognosen, Tübingen 1955

Wittmann, W., Unternehmung und unvollkommene Information, Köln u. Opladen 1953, S. 57 ff.

die besser geeignet sind, aus der Analyse der in der Vergangenheit gewonnenen Erkenntnisse, Rückschlüsse auf die zukünftige Entwicklung zu ziehen.

b) Eine systemimmanente Kritik an der Konzeption ist begründet in der Ausgangsposition Terborghs, lediglich eine der in das Investitionskalkül einmündenden Entscheidungskomponenten als nicht konstant im Zeitablauf zu unterstellen, während die übrigen Entscheidungskomponenten als konstant angenommen werden. Eine solche Konzeption ist nur unter der Voraussetzung realistisch, daß die übrigen als relevant für die Bestimmung der Nutzungsdauer anzusehenden Entscheidungskomponenten im Zeitablauf tatsächlich keiner Änderung unterliegen.

Nun sind aber die übrigen Entscheidungskomponenten nicht im Zeitablauf gleichbleibend; es ändert sich die Absatzmenge (aufgrund einer Änderung der Nachfragestruktur oder der Konkurrenzverhältnisse), es variieren die Preise der absatzfähigen Produkte, die Beschaffungspreise für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, unerwartete Lohnänderungen werden evident etc..

Der Einfluß, der aus der ebenfalls möglichen Änderung dieser Entscheidungskomponenten für die Bestimmung der Nutzungsdauer erwächst, dürfte deshalb genau so bedeutend sein wie der aus dem technischen Fortschritt in der Produktion des geplanten Absatzgutes resultierende.

Die Tatsache aber, daß die vorliegende Konzeption nur eine Entscheidungskomponente als variabel im Zeitablauf unterstellt, hat zur Folge, daß dieser Theorie nur eine begrenzte Aussagefähigkeit zugewillt werden kann; sie fordert gleichzeitig einen neuen Ansatz zur Lösung des Problems der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Annahme nicht stationärer Daten im Zeitablauf.

§ 4: Zusammenfassung

Mit der Darstellung und Kritik der Methode Terborghs soll die Anaforts. d. Fußn. v. S. 91

Behrens, K.Chr., Marktforschung, Wiesbaden 1959
Koch, H., Probleme unternehmerischer Prognose, in: Wirtschaftsprognose und Wirtschaftsgestaltung, Berlin 1960, S. 57 ff.

lyse der bisherigen Lösungsvorschläge zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer abgeschlossen werden.

Zweifelloos wäre es lohnenswert gewesen, die Meinung der jeweiligen Autoren in vielen Punkten ausführlicher wiederzugeben; jedoch war es das Hauptanliegen des Verfassers - das sei an dieser Stelle noch einmal betont -, die Grundzüge des jeweils vorgeschlagenen Lösungsansatzes kurz zu charakterisieren und zu prüfen, ob im Ansatz diese oder jene Methode als erfolgsversprechend für die Fundierung der Entscheidung des Unternehmers anzusehen war.

Nun fordert aber doch die Tatsache, daß eine Reihe von Vorschlägen zur Lösung des gleichen Problems existiert, die Frage nach der Ursache über die Verschiedenartigkeit der Beantwortung heraus. Der Grund für diese Diskrepanz liegt in der Verschiedenartigkeit der Annahmen, auf denen die deduktive Analyse aufbaut. Bei der Formulierung der Annahmen ist der Disponent gezwungen, zukünftige Ereignisse gedanklich zu antizipieren und ihren Einfluß auf die Entscheidung zu quantifizieren. Nun gibt es aber über die Zukunft kein Vorauswissen, und mithin ist kein Verfahren denkbar, mittels dessen absolut und zwingend logisch die "richtigen" Annahmen ermittelt werden; der alleinige Maßstab für die Beurteilung ist vielmehr die Wirklichkeitsnähe der Annahmen, d.h. die Übereinstimmung der Formulierung der Annahmen bzw. Ausgangsbedingungen mit der Realität¹⁾.

Gerade aber die Annahmen, die von den Theoretikern bisher bei der Lösung des Problems der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer getroffen wurden, forderten zur Kritik heraus und legten das Urteil über die fehlende Aussagefähigkeit nahe; diese in der Theorie formulierten Annahmen sind wegen ihrer mangelnden Wirklichkeitsnähe u.E. in der Überwiegenden Zahl der Fälle allein dafür ursächlich, daß die theoretische Konzeption der Lösung von Investitionsentscheidungen in der Praxis in verschwindend geringem Maße zur Anwendung gelangt²⁾.

1) Dem steht nicht entgegen, daß die Theorie, um zu allgemeinen Aussagen zu kommen, häufig gezwungen ist, die Mannigfaltigkeit der Entscheidungen in der Wirklichkeit zu simplifizieren und auf ein allen Erscheinungsformen gemeinsames Grundelement zu reduzieren.

2) Schindler hat sich mit dieser Frage in neuerer Zeit eingehend beschäftigt und durch eine Umfrage zu klären versucht, in wie stark
Forts. d. FuBn. s. S. 94

Zwar bemühen sich fast alle Theoretiker, ihre mathematisch oft nicht ganz einfachen Lösungsvorschläge durch Vereinfachung gewisser Bedingungen in "für die Praxis vereinfachte Regeln" umzuformen und glauben dadurch, ihren Vorschlägen größere Praxisnähe zu verleihen.

Indessen erscheint dieser Ansatzpunkt, die Theorie der Praxis zugänglicher zu machen, nicht gut geeignet; denn man wird doch glauben können, daß die Unternehmungsleitung angesichts des Gewichtes, das den Investitionsentscheidungen zukommt, sich nicht vor mathematischen Formeln scheuen wird, falls sie sich davon eine wirklich bessere Fundierung ihrer Entscheidung verspricht.

Der wichtigste Grund für die zwischen Theorie und Praxis bestehende Diskrepanz liegt u.E. darin, daß die Theorie bisher bei der Formulierung der Annahmen, die dem Investitionskalkül zugrundezulegen sind, nicht genügend die Ungewißheit berücksichtigt, die einer Analyse der zukünftig wirksamen Daten zwangsläufig anhaftet.

Die mangelnde Gewißheit hinsichtlich der zukünftigen Ereignisse ist der wichtigste Maßstab für die Formulierung der Annahmen; sind die Annahmen nicht systemadäquat, ist folglich das Resultat der Analyse ebenfalls nicht systemadäquat.

Als Konsequenz ergibt sich für uns aus dem vorigen die Methode der folgenden Untersuchung:

Es ist ein Entscheidungskriterium zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer aufzuzeigen, welches nicht nur dem Umstand Rechnung trägt, daß die Mehrzahl der Entscheidungskomponenten sich im Zeitablauf ändert, sondern darüberhinaus auch berücksichtigt, daß Umfang und Zeitpunkt der Änderung der Entscheidungskomponenten nicht vorhersehbar sind.

Forts. d. Fußn. v. S: 93

dem Maße die Praxis bei Investitionsentscheidungen sich von der Theorie entwickelter Verfahren der Investitionsrechnung bedient. Er versandte 1200 Fragebogen - diese waren so gehalten, daß keineswegs Unternehmungsinterne preisgegeben wurden - in 10 verschiedene Branchen; nur 153 = 12,9 % wurden in auswertbarer Weise beantwortet.

Das Ergebnis innerhalb dieser 153 war ebenfalls eindeutig negativ; nur 10 % der Unternehmer bedienten sich mathematischer Formeln bei Investitionsentscheidungen (Schindler, H., a.a.O., S. 42 ff. und S. 189 ff.).

Kapitel III

Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der Ungewißheit hinsichtlich der sich im Zeitablauf ändernden Daten

§ 1: Einführung (Das Grundprinzip der Entscheidung unter Ungewißheit)

Die Theorie nennt als Grundprinzip der Entscheidung zur Bestimmung der zu realisierenden Wahlmöglichkeit unter verschiedenen gegebenen Wahlmöglichkeiten - hier besteht volle Übereinstimmung - das Gewinnmaximierungsprinzip. Aus dem Gewinnmaximierungsprinzip folgt, daß der Disponent bei der Entscheidung über die Realisierung einer der Wahlmöglichkeiten diejenige auszuwählen hat, die den höchsten Gewinn abwirft.

Während unter der Annahme vollkommener Voraussicht hinsichtlich der zukünftigen Daten dieses Prinzip als vollauf berechtigt und in jeder Weise einleuchtend erscheint, erhebt sich dagegen angesichts der Ungewißheit, d.h. angesichts des Umstandes, daß die einzelnen Wahlmöglichkeiten kennzeichnenden Daten nicht sicher sind, sondern höchstens mit einer gewissen Berechtigung als zutreffend vermutet werden können, die Frage, wie jetzt dem Gewinnmaximierungsprinzip Folge geleistet werden kann; denn erst die Zukunft kann lehren, ob der Unternehmer sich in der konkreten Entscheidungssituation gewinnmaximal verhalten hat oder nicht.

Die aus der Ungewißheit resultierende Möglichkeit einer Fehlentscheidung ist ursächlich für die Forderung, der Ungewißheit Rechnung zu tragen.

In der Literatur findet sich eine große Anzahl von Lösungsvorschlägen zum Problem der Berücksichtigung der Ungewißheit¹⁾. Trotz der

1) Hier seien nur die wichtigsten aus der großen Zahl der Diskussionsbeiträge genannt:

Knight, F.H., Risk, Uncertainty and Profit, Boston 1921, Wiederabdruck, 7. Aufl., London 1948

Hicks, J.R., The Theory of Uncertainty and Profit, in: Economica, Bd. 11 (1931), S. 170 ff.

Derselbe, Value and Capital, 2. Aufl., Oxford 1953, S. 125 ff.

Fisher, I., Die Zinstheorie, Jena 1932, S. 64 ff. u. S. 172 ff.

Keynes, J.M., The General Theory, a.a.O., S. 121 ff.

Derselbe, A Treatise on Probability, London 1948, S. 320

Forts. d. Fußn. s. S. 96

Unterschiedlichkeit, die diese Lösungsvorschläge im einzelnen aufweisen, ergibt sich hinsichtlich der Formulierung des bei Ungewißheit zugrundezulegenden Entscheidungskriteriums eine Systematisierung in einfacher Weise. Die meisten Autoren tragen der Ungewißheit dadurch Rechnung, daß sie neben das Ziel der Gewinnmaximierung die Bedingung stellen, daß die späterhin realisierte Gewinnziffer nicht geringer ist als die prognostizierte Gewinnziffer; d. h. das Ziel der Gewinnmaximierung wird angesichts der Ungewißheit ergänzt durch das Ziel der Prognosesicherheit. Diese Bedingung der Prognosesicherheit erfordert es, daß das Prinzip der Gewinnmaximierung nicht auf die ursprünglich möglichen, jedoch ungewissen Gewinnziffern angewandt wird, sondern auf eine Gewinnziffer, die aus dieser Vielzahl durch Reduktion und - bei den Wahrscheinlichkeitstheoretikern - durch Transformation zu einer äquivalen-

Forts. d. Fußn. v. S. 95

Hart, A.G., Risk, Uncertainty and the Unprofitability of Compounding Probabilities, in: Studies in Mathematical Economics and Econometrics in Memory of Henry Schultz, Chicago 1942, S. 110 ff.

Lange, O., Price Flexibility and Employment, Bloomington 1944

Baumol, W.J., Economic Dynamics, New York 1957

Wald, A., Statistical Decision Functions Which Minimize the Maximum Risk, in: Annals of Mathematics, Bd. 46 (1945), S. 265 ff.

Neumann, J. v., Morgenstern, O., Theory of Games and Economic Behavior, 1. Aufl., Princeton 1944

Niehans, J., Zur Preisbildung bei ungewissen Erwartungen, in: Schweiz. Zeitschr. f. Volkswirtsch. u. Statistik, Jg. 84 (1948), S. 433 ff.

Hurwicz, L., Optimality Criteria for Decision Making under Ignorance, Cowles Commission Discussion Paper (Statistics No. 370) 1951

Savage, L., The Theory of Statistical Decision, in: Journal of American Statistic Ass., Bd. 46 (1951), S. 57 ff.

Shackle, G.L.S., Expectation in Economics, 2. Aufl., Cambridge 1952

Derselbe, Uncertainty in Economics and other Reflectations, Cambridge 1955

Eine ausführliche Darstellung der verschiedenen Lösungsvorschläge in deutscher Sprache findet sich bei Wittmann und Albach. (Wittmann, W., Unternehmung und unvollkommene Information, Köln u. Opladen 1959, S. 38 ff.; Albach, H., Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, Köln u. Opladen 1959, S. 119 ff.)

ten Gewinnziffer abgeleitet wird¹⁾.

Entgegen diesen Auffassungen wird in jüngster Zeit eine andere Lösung des Ungewissheitsproblems vorgeschlagen; der Grundgedanke dieser neueren Auffassung besteht darin, die Ungewißheit derart zu berücksichtigen, daß man das Prinzip der Entscheidung durch eine ausschließlich durch die Ungewißheit ausgelöste Sicherheitsbedingung ergänzt; und zwar wird es als realistisch für das Unternehmerverhalten unterstellt, daß neben dem Ziel des höheren Wohlstands der Unternehmer zusätzlich das Ziel setzt, "Gewißheit darüber zu besitzen, daß im Falle des Nichteintritts der erwarteten Datenkonstellation, auf die Dauer gesehen, kein Verlust bzw. kein unerträglich niedriger Gewinn entsteht, kurzum, daß hier im Vergleich zu dem bisherigen Status keine zu große Wohlstandseinbuße eintritt. Anders ausgedrückt: Die Unternehmensleitung unterwirft ihr auf Gewinnmaxi-

1) Die hier vorgenommene Systematisierung der Lösungsvorschläge wurde von Koch übernommen (Koch, H., Zur Diskussion in der Ungewißheitstheorie, a.a.O., S. 60). Koch beweist die Berechtigung dieser Systematik der bisherigen Lösungsvorschläge, indem er sowohl für die auf der Wahrscheinlichkeitstheorie als auch auf der Spieltheorie basierenden Lösungen nachweist, daß neben das Ziel der Gewinnmaximierung die Bedingung der Prognosegewißheit gesetzt wird.

Aber auch die schwierig einzuordnende "theory of potential surprise" Shackle's (Shackle, G.L.S., Expectation in Economics, a.a.O., Uncertainty in Economics and Other Reflectations, a.a.O.) basiert auf der Unterstellung des gleichen Unternehmerverhaltens; lediglich transformiert Shackle die Reihe der möglichen Erfolgswerte nicht zu einer repräsentativen Erfolgswertzahl, sondern zu einem repräsentativen Erfolgswertpaar. (Die Focuswerte - Brennpunktgewinne - werden bestimmt durch den Schnittpunkt der "stimulation function" mit der "function of potential surprise"). Um aber - das ist für den hier zu führenden Beweis ausschlaggebend - die mit unterschiedlichen Brennpunktgewinnen und Überraschungskoeffizienten versehenen Alternativen vergleichbar machen zu können, muß der Disponent die Erfolgswertpaare umformen. Shackle vollzieht diese Umwandlung in der Weise, daß er äquivalente Erfolgswertpaare mit dem Überraschungskoeffizienten 0 bildet. Diese Umformung beruht aber im Prinzip auf der gleichen Grundkonzeption hinsichtlich des der Entscheidung zugrundeliegenden Unternehmerverhaltens wie das von den Wahrscheinlichkeitstheoretikern gewählte Entscheidungskriterium.

mierung gerichtetes Handeln der Bedingung der 'Wohlstandsgewißheit'¹⁾.

Den neueren Auffassungen zufolge ist also das Entscheidungskriterium unter Ungewißheit neben dem Prinzip der Gewinnmaximierung zusätzlich durch das Prinzip der Gewinnsicherheit bzw. Wohlstandsgewißheit charakterisiert. U.E. ist den neueren Auffassungen der größeren Realität wegen der Vorzug gegenüber dem traditionellen Ansatz zu geben²⁾; denn die hier zugrundeliegende Ausgangsposition

1) Koch, H., Zur Diskussion in der Ungewißheitstheorie, a.a.O., S. 68/69

Neben der Lösung Kochs ist in diesem Zusammenhang die Konzeption Albachs zu nennen (Albach, H., Rentabilität und Sicherheit als Kriterien betrieblicher Investitionsentscheidungen, in: ZfB 1960, S. 583 ff. u. S. 673 ff.). Albach betont ebenfalls, daß neben dem Rentabilitätsstreben die "Sicherheitskomponente zur zweiten Hauptdeterminanten der Investitionsplanung" wird. Während das Rentabilitätsstreben die Maximierung des Gesamtgewinns während einer Planungsperiode verlangt, gebietet das Sicherheitsstreben "lediglich die Aufrechterhaltung einer gewissen Minimalbedingung", so vor allem "Schutz vor allen die Existenz bedrohenden Gefahren" (S. 587).

Ein Unterschied zwischen den Auffassungen Kochs und Albachs liegt darin begründet, daß Albach die Sicherheitsbedingung als Determinante der Rentabilitätsbedingung betrachtet; Sicherheitsbedingung und Rentabilitätsbedingung stehen in einem interdependenten Zusammenhang derart, daß mit abnehmendem Sicherheitsbedürfnis die Rentabilität zunimmt. Umgekehrt "ist auch die Gesamrentabilität um so kleiner, je strenger die Sicherheitsbedingung formuliert wird" (S. 596). Koch dagegen will die Bedingung der Wohlstandsgewißheit in einem anderen Sinne verstanden wissen. Nach Koch stellt diese Bedingung eine *conditio sine qua non* dar, um den Unternehmer in Anbetracht der Ungewißheit überhaupt zum Handeln zu bewegen und verlangt, daß der Gewinn bei jeder anderen Datenkonstellation als der primär betrachteten - das ist diejenige Datenkonstellation, auf die der Unternehmer seine ausschließlich auf die Gewinnmaximierung ausgerichtete Entscheidung abstellt - eine gewisse, absolute Höhe, die freilich subjektiv verschieden ist, nicht unterschreitet.

Auf eine Diskussion dieses Unterschieds sei indessen an dieser Stelle verzichtet, da beiden Verfassern das Grundanliegen, die Ergänzung des Gewinnmaximierungsprinzips durch eine Bedingung der Gewinnsicherheit, gemeinsam ist.

2) Eine ausführliche Kritik der traditionellen Auffassungen ist in diesem Rahmen weder angebracht noch durchführbar - vgl. aber die ausführliche Kritik, die Koch, gerade in prinzipieller Hinsicht, an den traditionellen Ungewißheitstheorien übt (Koch, H., Zur Diskussion in der Ungewißheitstheorie, a.a.O., S. 65/66).

trägt dem spezifisch durch die Ungewißheit ausgelösten Unbehagen seitens des zur Entscheidung gezwungenen Disponenten angemessener Rechnung. Wenn z.B. der Disponent anstelle eines prognostizierten Gewinns von DM 100.000.- nur einen Gewinn von DM 50.000.- erzielt, so wird er zwar enttäuscht sein, sich in seiner Prognose geirrt zu haben; diese Enttäuschung ist aber nicht vergleichbar mit der Erkenntnis, daß aufgrund der Fehlentscheidung seine Existenz bedroht ist.

Wir wollen deshalb im folgenden als Entscheidungskriterium unter Ungewißheit das Gewinnmaximierungsprinzip auffassen, ergänzt durch die Bedingung, daß bei jeder Varianten jeder alternativen Wahlmöglichkeit die Wohlstandsgewißheit in der Weise gegeben ist, daß ein Gewinn von einer bestimmten absoluten Höhe in keinem Fall unterschritten werden darf.

§ 2: Die Interpretation des Gewinnmaximierungsprinzips und der Bedingung der Wohlstandsgewißheit

Sowohl das Gewinnmaximierungsprinzip als auch die Bedingung der Wohlstandsgewißheit sind als Leitmaximen, die auf die Gesamtheit der unternehmerischen Tätigkeiten bezogen sind, zu interpretieren¹⁾. Würde versucht, die Sicherheitsbedingung bei jeder einzelnen Entscheidung zu erfüllen, so würde der Disponent vor die Aufgabe gestellt sein, aus der Skala der Möglichkeiten der Verifizierung der Sicherheitsbedingung die im konkreten Fall zu realisierende auszuwählen. Diese Aufgabe würde jedoch nicht nur zeitraubend sein, darüberhinaus würde die Schwierigkeit entstehen, die Sicherheitsbedingung bei jeder Entscheidung quantitativ so zu bemessen, daß die zu ergreifenden Maßnahmen in ihrer Gesamtheit die Wohlstandsgewißheit gewährleisten; die Tatsache aber, daß dem Prinzip der Wohl-

¹⁾ Vgl. Albach, H., Rentabilität und Sicherheit als Kriterien betrieblicher Investitionsentscheidungen, a.a.O., S. Der Gesichtspunkt, daß eine isolierte Befolgung des Gewinnmaximierungsprinzips bei jeder einzelnen Entscheidung - selbst unter der Voraussetzung vollkommener Voraussicht - dem Gewinnmaximierungsprinzip u.U. widersprechen würde, weil die einzelnen jeweils zu treffenden Entscheidungen in einem interdependenten Abhängigkeitsverhältnis zueinander stehen, ist bei Koch (Koch, H., Betriebliche Planung, a.a.O., S. 36 ff.) besonders hervorgehoben.

standsgewißheit nur durch die Entscheidungen in ihrer Gesamtheit Rechnung zu tragen ist, läßt dem Unternehmer Wahlfreiheit bei der einzelnen Entscheidung hinsichtlich Art und Umfang der zu ergreifenden Sicherheitsmaßnahmen.

§ 3: Die Verifizierung des Gewinnmaximierungsprinzips bei der Entscheidung über die zu realisierende Nutzungsdauer

Vorbemerkungen

Zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer verlangt das Prinzip der Gewinnmaximierung vom Disponenten, für die alternativ möglichen Nutzungsdauern die Aufwendungen und Erträge als Gewinnkomponenten in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer zu prognostizieren mit dem Ziel, diejenige Nutzungsdauer zu bestimmen, bei der die Differenz zwischen den durchschnittlichen Aufwendungen und durchschnittlichen Erträgen maximiert wird.

Hinsichtlich der Aufwendungen hatten wir bei der Ableitung des Grundmodells es als realistisch unterstellt, daß neben den periodenanteiligen Anschaffungsausgaben und Zinsen, die eindeutig durch die Anschaffungsausgaben und Tilgungs- und Zinsvereinbarungen bestimmt sind, lediglich die Reparaturkosten im Zeitablauf ansteigen. Wir wollen uns deshalb bei der Prognose der Aufwendungen auf die Prognose der Reparaturkosten beschränken und die übrigen Aufwendungen als konstant im Zeitablauf unterstellen.

Neben der Prognose der Reparaturkosten sollen die Möglichkeiten und Grenzen der Prognose der zukünftigen Absatzmenge, der Absatz- und Beschaffungspreise und des zukünftigen technischen Fortschritts untersucht werden, weil diese Entscheidungskomponenten wegen des hohen Grades an Ungewißheit einer Analyse besonders schwer zugänglich sind.

Da die Schwierigkeiten, die sich der Prognose der zukünftigen Beschaffenheit der Entscheidungskomponenten entgegenstellen, je nach der Länge des Prognosezeitraums unterschiedlich sind, erweist es sich als zweckmäßig, die Probleme, die mit der Planung der optimalen Nutzungsdauer verbunden sind, aufzuspalten und zwar in der Weise, daß das Verfahren der Entscheidung, das eine langfristige Prognose der Entscheidungskomponenten voraussetzt, abgetrennt wird

von der Entscheidung, zu deren Fundierung lediglich mittelfristige Prognosen der Entscheidungskomponenten vorzunehmen sind¹⁾.

Ein wesentliches Merkmal der hier zu beschreibenden Methode der Prognose der Entscheidungskomponenten ist die von den bisherigen Untersuchungen abweichende Fragestellung. Den Ausgangspunkt bildet nicht die Frage: Welche Annahmen sind notwendig, um zu einer fundierten Aussage über diese oder jene Größe zu gelangen, sondern die Fragestellung: Welche Annahmen sind hinsichtlich der fernerer Zukunft objektiv möglich und genügt die Einbeziehung dieser ausschließlich an die Möglichkeiten gemessenen Prognose der Daten für die sinnvolle Planung der Nutzungsdauer auf der Grundlage langfristiger Prognosen der Entscheidungskomponenten?

A. Die Planung der optimalen Nutzungsdauer, die auf der Grundlage langfristiger Prognosen der Entscheidungskomponenten vorzunehmen ist

I. Die Möglichkeiten und Grenzen der langfristigen Prognose der Entscheidungskomponenten

a) Die Prognose der Reparaturkosten

Die Prognose der Reparaturkosten wird dadurch wesentlich erleichtert, daß die Reparaturkosten ausschließlich durch die technischen Bedingungen der Anlage bestimmt sind; das bedeutet, daß es sich aufgrund der Kenntnis der technischen Daten und der Erfahrung rela-

1) Eine eindeutige Trennung in langfristige und mittelfristige Prognosen kann an dieser Stelle noch nicht vorgenommen werden - so sehr es im Interesse einer klaren Systematik als wünschenswert erscheinen mag - da der Zeitraum, der als mittelfristig bezeichnet werden soll, nicht durch einen zeitlichen Maßstab, sondern nur durch den Grad der Exaktheit der Prognose in sinnvoller Weise determiniert werden kann. Ausschlaggebend für den Genauigkeitsgrad einer Prognose ist aber neben dem zugrundegelegten Prognosezeitraum auch die bei der konkreten Prognoseaufgabe mögliche Information.

Eine allgemeine und eindeutige Fixierung dieser Unterscheidung wird erst am Schluß der Diskussion der Probleme der langfristigen Prognose vorgenommen, weil diese Diskussion in sehr anschaulicher Weise die Notwendigkeit und die für eine solche Differenzierung der Optimumbestimmung maßgeblichen Gesichtspunkte aufzeigt. Um einen ungefähren Anhaltspunkt anzugeben, werden hier unter "langfristigen" Prognosen Vorausschätzungen, die über einen Zeitraum von 6 - 8 Jahren hinausgehen, diskutiert.

tiv genau voraussagen läßt, wann dieses oder jenes Teil repariert bzw. ausgewechselt werden muß. Die aus der Vergangenheit gewonnene Erfahrung wird auch dann zweckdienlich angewendet werden können, wenn die neu installierte Anlage in ihrer technischen Ausgestaltung von den vorher installierten Anlagen abweicht. Sogenannte "unvorhersehbare Reparaturen" wird man ebenfalls aufgrund von Erfahrungen pauschal mit einem prozentualen Zuschlag berücksichtigen können. Cum grano salis kann gesagt werden, daß für die Erfordernisse der langfristigen Planung eine hinreichend genaue Prognose der Reparaturkosten aufgestellt werden kann.

b) Die Prognose der zukünftig langfristig zu realisierenden Absatzmenge

Im Schrifttum besteht Einigkeit darüber, daß exakte langfristige Prognosen der unternehmensindividuellen Absatzmenge nicht aufzustellen sind¹⁾. Allenfalls wird - unter großen Einschränkungen - die Möglichkeit bejaht, den Absatz einer Branche bis zu einem Zeitraum von 10 Jahren innerhalb einer gewissen Bandbreite zu prognostizieren²⁾. Die Begründung für die Unmöglichkeit der Aufstellung unternehmensindividueller Absatzmengenvorausschätzungen auf lange Sicht ist evident; sie liegt ebenso sehr in der Unvorhersehbarkeit aller den Absatz eines Gutes beeinflussenden Faktoren wie in der Unmöglichkeit der Quantifizierung des Einflusses dieser Faktoren.

1) Vgl. Koch, H., Probleme unternehmerischer Prognose, in: Wirtschaftsprognose und Wirtschaftsgestaltung, Berlin 1960, S. 57 ff.

Klinger, K., Über den Schätzungscharakter einer Ertragsvorschau - Zur Problematik der Voraussage des Zukunftsertrages, in: Neue Betriebswirtschaft 1958, S. 66 ff.

2) Vgl. Schröder, R., Prokoph, S., 10 Jahre Möbel im Bundesgebiet, Schriftenreihe des Ifo-Instituts für Wirtschaftsforschung, Nr. 29, 1957

Bauer, W., Energie - Prognose - ein Mittel der Marktmessung für die Mineralölwirtschaft? in: Der Markt heute und morgen, Hamburg 1958, S. 59 ff.

Schmitz, E., Die amtliche Kraftfahrzeug-Statistik und ihre Möglichkeiten für die Marktforschung, insbes. Teil B, Die Kraftfahrzeug-Prognose, in: Der Markt heute und morgen, Hamburg 1958, S. 106 ff.

Voss, G., Langfristige Absatzprognose in der westdeutschen Holzwerkstoffindustrie, Dissertation, Münster 1961

Nun ist aber der Disponent andererseits gezwungen, seiner Entscheidung langfristige Prognosen der Entscheidungskomponenten zugrunde-zulegen, und es erhebt sich die Frage, ob die Aufstellung einer Prognose, der eine nicht so spezifische Aussage abverlangt wird, möglich ist.

In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, daß Voraussetzung für die Aufstellung einer quantitativen Prognose die Möglichkeit der Aufstellung einer qualitativen Prognose ist; diese Voraussetzung bedeutet für das hier zu diskutierende Problem, daß der Frage nach der voraussichtlichen Absatzmenge eines Produktes die Frage nach der voraussichtlichen Absatzmöglichkeit dieses Produktes in Zukunft vorauszugehen hat. Erst die eindeutige Bejahung dieser Primärfrage nach dem "ob" läßt die Sekundärfrage nach dem "wie hoch" als sinnvoll erscheinen.

Die Analyse der zukünftigen Absatzmöglichkeit kann aber wiederum nicht zu einer absoluten, sondern nur zu einer conditionalen Aussage führen, da man zunächst den auf Seiten der Nachfrager zugrundeliegenden Nachfragezweck, der ja erst die Absatzmöglichkeit schafft, daraufhin untersuchen muß, ob dieser Rückschlüsse über einen so langen Zeitraum zuläßt. Ein Induktionsschluß auf die langfristige Absatzmöglichkeit des konkreten im Augenblick geplanten Absatzgutes wird nur dann möglich sein, wenn das Absatzgut einen solchen Nachfragezweck erfüllt, der nicht nur kurzfristig als erstrebenswert gilt, sondern den zu erreichen man auch in ferner Zukunft bemüht sein wird.

Als langfristig wirksam wird man jedoch einen Nachfragezweck nur unter der Bedingung ansehen können, daß er auf ein elementares, allgemeines, dem Haushalter auf lange Sicht als erstrebenswertes Ziel zurückgeführt werden kann, welches in der durch die Zivilisation geprägten Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung begründet ist, denn nur diese Ordnung kann in ihrer elementaren Struktur als langfristig konstantes Datum gedacht werden; m.a.W. wenn der Nachfragezweck naturell und nicht kulturell bedingt ist. So wird - um diesen Gedankengang an einem ganz einfachen Beispiel zu demonstrieren - ein Unternehmer, der Haushaltsherde produziert, bei der Analyse der zukünftigen Absatzmöglichkeit davon ausgehen können, daß die

Menschen weiterhin in Familienhaushaltungen leben werden und nicht in großen Gemeinschaftsunterkünften, was ja einen Haushaltsherd überflüssig machen würde.

Selbst unter der Voraussetzung, daß aufgrund der Analyse des Nachfragezwecks, dessen langfristige Konstanz bejaht werden könnte, es sich also um einen naturell bedingten Nachfragezweck handelt, ist das Problem der Prognose der Absatzmöglichkeit noch nicht gelöst; zwar ist die Absatzmöglichkeit ausschließlich vom Nachfragezweck abhängig, umgekehrt jedoch ist ein derartiges Abhängigkeitsverhältnis nicht herzustellen. Denn das Vorhandensein eines bestimmten Nachfragezwecks determiniert noch keineswegs die Methode der Befriedigung des Nachfragezwecks, da die Befriedigung des Nachfragezwecks sich nicht aus dem Nachfragezweck selbst, sondern nur aus den vorhandenen Möglichkeiten der Befriedigung dieses Nachfragezwecks ableiten läßt. So kann - um das eben zitierte Beispiel wieder aufzugreifen - die Nachfrage nach Haushaltsherden durch den Absatz von Elektroherden, Gasherden, Kohleherden und Ölherden befriedigt werden.

Überdies werden - und das kompliziert das Problem zusätzlich -, durch die Mode und die allgemeine technische Entwicklung bedingt, u.U. in 10 oder 20 Jahren zwar Güter des gleichen Verwendungszwecks, jedoch abweichend in Form und technischem Gehalt, nachgefragt werden.

Als drittes kommt hinzu, daß in ferner Zukunft ein vollkommen neues Absatzgut in den Bereich der entsprechenden Absatzmöglichkeit vorstoßen kann und die bis dahin angebotenen Produkte in den Augen der Nachfrager als nicht mehr geeignet zur Erfüllung des Nachfragezwecks erscheinen läßt.

Nun sind aber weder die Mode und die allgemeine technische Entwicklung noch die anderen die Absatzmöglichkeit beeinflussenden Faktoren hinsichtlich ihrer Wirksamkeit überhaupt und hinsichtlich des Zeitpunktes ihres Wirksamwerdens voraussehbar, und somit erscheint ein begründeter eindeutiger Rückschluß vom Nachfragezweck auf die Absatzmöglichkeit des augenblicklich geplanten Absatzgutes als unmöglich.

Wenn aber schon die langfristige qualitative Prognose als undurchführbar erscheint, so gilt diese Feststellung für die quantitative Prognose, d.h. für die Prognose der unternehmensindividuellen Absatzmenge auf lange Sicht in verstärktem Maße.

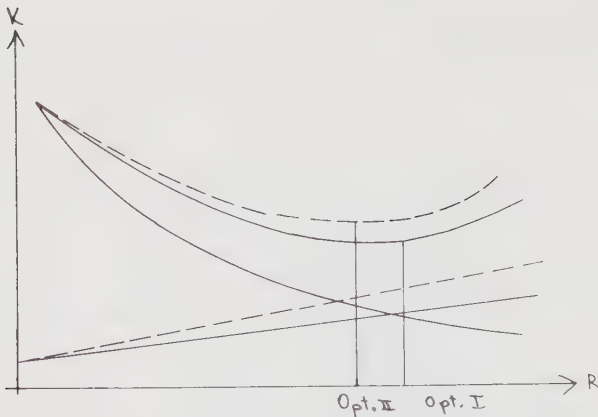
Bevor die Konsequenzen für die Planung der optimalen Nutzungsdauer aufgezeigt werden, die sich für den Disponenten angesichts dieses Dilemmas ergeben, seien zunächst noch die Möglichkeiten, die dem Disponenten bei der Prognose der zukünftigen Preise auf dem Beschaffungs- und Absatzmarkt und des technischen Fortschritts gegeben sind, diskutiert. Ein solches Vorgehen erweist sich deshalb als zweckmäßig, weil berechtigt vermutet werden kann, daß auch in diesen Fällen den Prognosebemühungen des Disponenten enge Grenzen gesetzt sind, und er mithin auch hier auf eine detaillierte Berücksichtigung des von diesen Entscheidungsvariablen auf eine Verkürzung der Nutzungsdauer ausgeübten Einflusses verzichten muß.

c) Die langfristige Prognose der zukünftigen Absatz- und Beschaffungspreise

Da die Preise für die Produktionsmittel und die Einsatzmaterialien vom Markt her bestimmt sind - entweder werden sie ausschließlich vom Markt vorgegeben und bilden von vornherein ein Datum oder aber sie sind das Ergebnis von Preisvereinbarungen des Unternehmers mit anderen Marktpartnern -, ist eine langfristige Vorausbestimmung dieser Preisänderungen nicht möglich.

Ein gewisser Hinweis für die langfristige Prognose der Produktionsmittelpreise ist lediglich in der unverkennbaren Tendenz stetiger Preiserhöhungen für das Produktionsmittel "menschliche Arbeit" zu erblicken. Diese Entwicklung bewirkt eine Erhöhung der Reparaturkosten, die ja in erster Linie Lohnkosten sind, und hat eine tendenzielle Verkürzung der optimalen Nutzungsdauer¹⁾ zur Folge (vgl. folgendes Schaubild).

1) So ist bekannt, daß die Nutzungsdauer der Personenkraftwagen in den USA im allgemeinen erheblich unter der europäischer Automobile liegt. Einen Hauptfaktor bilden neben dem häufigen Modellwechsel zweifellos die an den Anschaffungsausgaben für ein neues Automobil gemessenen hohen Reparaturkosten.



Für die langfristige Prognose der Absatzpreise gilt die oben getroffene Feststellung in gleicher Weise. Allerdings ist die Vorausbestimmung der Absatzpreise nur in den Fällen aufgrund einer Prognose durchführbar, in denen die Möglichkeit der autonomen Preisfixierung nicht gegeben ist. Besteht dagegen für das Absatzgut die Möglichkeit der autonomen Preisfixierung - sie ist infolge des Vorherrschens der heterogenen (polypolitischen oder oligopolistischen) Konkurrenz die Regel - so bildet die Vorausbestimmung des Absatzpreises selbst den Gegenstand von Planungsüberlegungen insofern, als der Preis als Parameter für die angestrebte Absatzmenge neben dem absatzpolitischen Instrumentarium angesehen werden kann¹⁾.

d) Die langfristige Prognose des technischen Fortschritts

Der Einfluß, den der technische Fortschritt auf die optimale Nutzungsdauer und ihre Bestimmung ausübt, liegt auf einer anderen Ebene als der Einfluß der vorgenannten Entscheidungsvariablen. Während diese Entscheidungsvariablen den Ertrag aus dem Betrieb der Anlage und damit die Nutzungsdauer direkt beeinflussen, ist der

1) Die theoretische Analyse bezieht sowohl den Fall ein, daß der Preis als Parameter für eine angestrebte Menge angesehen wird, als auch den umgekehrten Fall, daß die Menge als Parameter für die Festsetzung des Preises betrachtet wird. Die Praxis zeigt jedoch, daß in der Regel der Preis als Parameter für die angestrebte Menge gewählt wird.

Einfluß des technischen Fortschritts indirekter Art, da er die generelle Möglichkeit schafft, das gleiche Absatzgut bzw. ein qualitativ verbessertes Absatzgut mit relativ niedrigeren Kosten zu produzieren. Das aus dem technischen Fortschritt resultierende Risiko besteht für die Bestimmung der Nutzungsdauer also darin, daß die realisierte Wahlmöglichkeit durch eine Wahlmöglichkeit übertroffen wird, die dem gleichen Zweck zu dienen in der Lage ist.

Darüberhinaus besteht ein weiterer Unterschied. Der Disponent kann bei der Analyse der zukünftigen Absatzmenge, der Preise und Reparaturkosten zumindest hypothetisch die Möglichkeiten durchdenken, die sich aus einer Änderung dieser Entscheidungsvariablen für die Bestimmung der Nutzungsdauer ergeben. Die Konsequenzen jedoch, die der technische Fortschritt für die Bemessung der Nutzungsdauer zeitigt, kann der Disponent nicht einmal hypothetisch vorausdenken, denn der technische Fortschritt ist ein Phänomen, das sich hinsichtlich des Ausmaßes und des Zeitpunktes des Wirksamwerdens weitgehend der Vorstellungskraft des Disponenten entzieht.

Zwar wird der Disponent in der Lage sein, in etwa die geplante Anlage hinsichtlich des "technischen Perfektionsgrades", den diese Anlage im Vergleich zur allgemeinen technischen Entwicklung aufweist, zu beurteilen und daraus Rückschlüsse ziehen können; er wird sich darüberhinaus auch bei entscheidenden Investitionen über den Stand der wissenschaftlichen Entwicklung auf diesem Gebiet sowie über die verfolgten Ziele informieren können. Alle diese Überlegungen befreien ihn jedoch nicht von der Ungewißheit, daß möglicherweise schon in der nächsten Zeit erheblich kostengünstiger arbeitende Anlagen auf dem Markt angeboten werden können bzw. vollkommen neue Verfahren entwickelt werden.

Die Methode, den technischen Fortschritt durch Extrapolation der bisherigen Entwicklung zu antizipieren, erscheint - wie bereits im letzten Kapitel des vorigen Hauptteils aufgezeigt - ebenfalls nicht angebracht.

II. Die Konsequenzen, die sich aus dem Ergebnis der langfristigen Prognose der Entscheidungskomponenten für die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer ergeben

Die Prognose der langfristig zu realisierenden Absatzmenge, der Preise auf der Beschaffungs- und Absatzseite und des technischen Fortschritts wurden deshalb ausführlicher als es zur Begründung des negativen Ergebnisses notwendig gewesen wäre dargestellt, weil es u.E. angebracht war, alle diejenigen Faktoren aufzuzeigen, die eine exakte langfristige Prognose als Grundlage der Planung als unmöglich erscheinen lassen.

Der Disponent kann, da er langfristig weder Umfang noch Zeitpunkt der Wirkung der die Nutzungsdauer beeinflussenden Faktoren gedanklich zu antizipieren vermag, nur versuchen, sich einen möglichst vollständigen Überblick über alle denkbaren Datenänderungen zu verschaffen. Dabei werden u.U. allgemeinlangfristige Entwicklungstendenzen, die sich bereits zum Zeitpunkt der Planung abzeichnen, eine gewisse Erleichterung bedeuten.

Nun ist aber eine Aussage, die lediglich eine Negation enthält, nicht imstande, im positiven Sinne das Problem der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer einer Lösung zuzuführen. Um das Problem einer Lösung näherzubringen, bedarf es einer Spezifizierung der im vorigen getroffenen Aussagen; denn es ist klar, die Schwierigkeiten, die sich einer Prognose der Entscheidungskomponenten entgegenstellen, sind je nach dem geplanten Anlagentyp unterschiedlich; sie sind in entscheidendem Maße davon abhängig, ob die Nutzungsdauer der geplanten Anlage unter Annahme stationärer Bedingungen mit 5, 10, 20 oder gar 50 Jahren als optimal zu bemessen ist.

Eine Spezifizierung der im vorigen getroffenen Aussage kann nur in der Weise erfolgen, daß man aus den grundsätzlichen Möglichkeiten der Prognose zukünftiger Größen die Möglichkeiten und Grenzen der Prognose der für die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer relevanten Entscheidungskomponenten unter Berücksichtigung der Ungewißheit deduziert.

Exkurs: Möglichkeiten und Grenzen der Aufstellung von Prognosen unter Berücksichtigung der Ungewißheit

Es gibt zwei Möglichkeiten, den Einfluß der Ungewißheit hinsichtlich der zukünftigen Wirkung der Entscheidungskomponenten zu interpretieren.

a) Zunächst ist es denkbar, daß der Disponent bei der Prognose zukünftiger Entscheidungskomponenten mehrere mögliche Wirkungsweisen der Entscheidungskomponenten ausmachen kann, die ihrerseits eindeutig voneinander abgegrenzt sind - wir wollen diese Mehrwertigkeit als eindeutige Mehrwertigkeit bezeichnen.

Während unter der Annahme der Gewißheit der Erfolg einer zur Wahl stehenden Alternativen aus der Wirkung der einwertigen Entscheidungskomponenten $a_n, b_n, c_n \dots$ resultierte, treten jetzt an die Stelle der einwertigen Komponente a_n die möglichen Varianten $a_n', a_n'', a_n''' \dots$ und an die Stelle der Komponente b_n die Varianten $b_n', b_n'', b_n''' \dots$. Die Erfolgssziffer der jeweiligen Alternative stellt in diesem Fall eine Funktion der verschiedenen Varianten der Entscheidungskomponenten dar.

$$E_{A_n} = f \left(\begin{matrix} a_n', b_n', c_n' \\ a_n'', b_n'', c_n'' \\ a_n''', b_n''', c_n''' \end{matrix} \right)$$

Für den Fall der eindeutigen Mehrwertigkeit der Entscheidungskomponenten entfällt die Möglichkeit der Bildung nur einer Erfolgssziffer; es sind vielmehr so viele einwertige Erfolgssziffern denkbar wie Kombinationen der Varianten der Entscheidungskomponenten möglich sind. (Bei drei Komponenten, die in drei Varianten denkbar sind, gäbe es $3^3 = 27$ Erfolgssziffern.)

b) Zum andern ist es vorstellbar, daß sich die Ungewißheit bei der Prognose der Entscheidungskomponenten dem Disponenten in der Weise als Problem stellt, daß der Disponent nicht mehrere mögliche eindeutig bestimmte Wirkungsweisen der Entscheidungskomponenten prognostizieren kann, sondern die zukünftige Wirkung nur innerhalb einer gewissen Variationsbreite abzugrenzen vermag, m.a.W. die Wir-

kung einer Entscheidungskomponente nur innerhalb einer gewissen Bandbreite für möglich rält. Bei Zugrundelegen dieser Interpretation ist die Bildung eindeutig mehrwertiger Erfolgsziffern als Resultante eindeutig mehrwertig fixierter Entscheidungskomponenten auf unmittelbare Weise nicht möglich.

In der Literatur wird das Ungewißheitsproblem ausschließlich unter dem zuerst genannten Aspekt diskutiert. Die Ungewißheit offenbart sich dem Disponenten in der Weise, daß mehrere einwertig fixierte Erfolgsziffern für jede betrachtete Alternative ausgemacht werden können. Es ist jedoch u.E. unrealistisch anzunehmen, daß eine Prognose der Entscheidungskomponenten in mehreren einwertigen Varianten durchführbar sei. Darüberhinaus läßt sich bei Zugrundelegen der zuletzt genannten Interpretation anschaulicher die Tatsache deuten, daß die Ungewißheit nicht als ein absolutes zeitlich unabhängiges Phänomen gedacht werden kann, sondern daß die Zeit ein wesentliches Bestimmungsmerkmal ist.

Wir wollen deshalb die zuletzt genannte Interpretation im folgenden zugrundelegen.

α) Es ist klar, die theoretisch unendlich vielen Erfolgsziffern können in ihrer Gesamtheit nicht Berücksichtigung finden; der Disponent ist vielmehr gezwungen, sich bei seiner Entscheidung auf einige wenige repräsentative Erfolgsziffern zu stützen; er wird daher zunächst versuchen, aus der Skala der prognostizierten Varianten der Entscheidungskomponenten jeweils eine Variante auszuwählen, die man als repräsentativ für die Reihe der möglichen Varianten ansehen kann, z.B. diejenige Variante, die mit der höchsten Eintrittswahrscheinlichkeit versehen ist, oder die in der Mitte liegende Variante. Unter Zugrundelegen der Kombination dieser repräsentativen Varianten der Entscheidungskomponenten bildet der Disponent eine Erfolgsziffer, die wir als die "mittlere Erfolgsziffer" bezeichnen wollen.

Darüberhinaus wird der Disponent zwei weitere Erfolgsziffern bilden und zwar

1) eine Erfolgsziffer, der eine Kombination derjenigen Varianten der Entscheidungskomponenten zugrundeliegt, bei deren Realisierung die Erfolgsziffer am denkbar negativsten beeinflußt wird, m.a.W.

eine Erfolgsziffer, die nur unter der Bedingung effektiv wird, daß alle Entscheidungskomponenten in ihren jeweils negativsten Varianten den Erfolg beeinflussen würden. Unter der negativsten Variante einer Komponente ist diejenige Variante zu verstehen, deren Eintreffen der Disponent aufgrund seiner augenblicklichen Vorstellungsfähigkeit über die Zukunft für gerade noch möglich hält.

2) Zu dieser auf pessimistischen Annahmen beruhenden Erfolgsziffer wird der Disponent als Tendenz eine sich auf optimistische Annahmen stützende Erfolgsziffer bilden, der entsprechend eine Kombination der jeweils positivsten Varianten der Entscheidungskomponenten zugrundeliegt.

Das Ergebnis des Selektionsvorgangs sind also drei Erfolgsziffern, die in ihrer Gesamtheit als ausreichend zur Kennzeichnung der jeweiligen Alternativen betrachtet werden. Im Gegensatz zur bisherigen Problemstellung beruhen aber die vorgenannten Erfolgsziffern weder auf einer einwertigen Fixierung der Varianten der Entscheidungskomponenten, noch sind sie originäre Erfolgsziffern; sie sind vielmehr als repräsentativ aus einer Reihe unendlich vieler denkbarer Erfolgsziffern abgeleitet.

β) Es ist nun im einzelnen zu analysieren, in welcher Weise der mit der Entfernung von der Gegenwart wachsenden Ungewißheit im Rahmen dieser Interpretation Rechnung getragen wird.

Je länger der Zeitraum ist, der der Prognose der Entscheidungskomponenten zugrundegelegt wird, um so größer wird die Variationsbreite der für möglich erachteten Wirkungsweisen der einzelnen Entscheidungskomponenten; kann z.B. der Disponent die Absatzmenge für ein Jahr innerhalb der Extremwerte 6000 und 6500 Einheiten prognostizieren, so ist er bei einer Prognose der Absatzmenge für 5 Jahre nur in der Lage, als Extremwerte 25000 bzw. 40000 Einheiten anzugeben. Wenn aber infolge der Entfernung von der Gegenwart die Spannweite der extremen Varianten der Entscheidungskomponenten zunimmt, dann werden die extremen Erfolgsziffern einer einzelnen Alternative als die Resultanten dieser Komponenten in einem verstärkten Maße auseinanderklaffen.

γ) Nun ist aber die Möglichkeit, hinsichtlich der Zukunft Vorstel-

lungen zu gewinnen, nicht ad infinitum gegeben; die Möglichkeiten der Prognose erfahren ihre natürliche Begrenzung durch einen Zeitpunkt, von dem ab bzw. über den hinaus eine Prognose objektiv unmöglich ist. Jenseits dieses Zeitpunktes offenbart sich die Zukunft dem Disponenten als ein völlig undurchdringlicher Nebel, der keine Prognosen, sei es auch in einer erheblichen Variationsbreite, zuläßt; es herrscht von diesem Zeitpunkt an - so wollen wir definieren - vollkommene Unwissenheit. Durch diesen Zeitpunkt ist also der Zeitraum abgesteckt, innerhalb dessen Möglichkeiten zur Prognose gegeben sind.

Es ist jetzt zu untersuchen, ob der Disponent diesem maximal möglichen Zeitraum realiter als Prognosezeitraum ansieht, oder ob es ihm geraten erscheint, seiner Prognose einen kürzeren als diesen maximal möglichen Zeitraum zugrunde zu legen.

In diesem Zusammenhang ist die Klärung der Frage, in welcher Weise sich der Übergang von der Ungewißheit zur Unwissenheit vollzieht, von Bedeutung. Es ist unrealistisch anzunehmen, daß für diesen Übergang ein für alle Entscheidungskomponenten in gleicher Weise zu ermittelnder genau fixierbarer Zeitpunkt besteht. Realistischer dürfte es sein anzunehmen, daß dieser Übergang sich nicht abrupt vollzieht, der maximale Prognosezeitraum also ein nicht ex ante starr feststehender Zeitraum ist, sondern aufgrund einer Entscheidung festgelegt wird.

Zum andern ist aber auch bei der Festlegung des Prognosezeitraums der im vorigen erarbeitete Sachverhalt, daß die Variationsbreite mit wachsender Entfernung von der Gegenwart zunimmt, von Bedeutung; denn wird die Differenz zwischen den extremen Erfolgsziffern einer Alternative sehr groß - es herrscht also noch Ungewißheit und nicht vollkommene Unwissenheit im Sinne unserer Definition - so verbietet sich zwar die Bildung der entsprechenden Erfolgsziffern nicht generell, jedoch erscheint sie infolge mangelnder Aussagefähigkeit als nicht mehr sinnvoll. Wenn man z.B. den Erfolg aus der Verwirklichung eines geplanten Absatzprogramms für 8 Jahre nur zwischen den Extremen 1000000.- DM Gewinn, 1000000.- DM Verlust prognostizieren kann, so ist eine solche Prognose trotz ihrer quantitativen Abgrenzung wenig sinnvoll und für den verfolgten Zweck, Grundlage der Entschei-

zung zu sein, nicht relevant.

Hieraus folgt, daß der Disponent in der Regel erst gar nicht versucht, den maximal möglichen Zeitraum, innerhalb dessen quantitative Prognosen möglich sind, festzustellen; er wird vielmehr seiner Prognose einen solchen Zeitraum zugrundelegen, den er aufgrund seiner Information und seines Kenntnis der spezifischen Schwierigkeiten der Prognose der Entscheidungskomponenten als angemessen betrachtet.

In diesem Sinn wollen wir den von Tinbergen in die Theorie eingeführten Begriff des ökonomischen Horizonts interpretieren. Der ökonomische Horizont ist als der Zeitraum zu begreifen, innerhalb dessen die zukünftigen Geschehnisse in einem Maße gedanklich antizipiert werden können, daß es dem Disponenten möglich ist, quantitative Prognosen der Entscheidungskomponenten in einer solchen Variationsbreite vorzunehmen, daß eine angemessene Fundierung der Entscheidung erreicht wird.

Ergebnis:

Die Tatsache, daß quantitative Prognosen der Entscheidungskomponenten nur für den Zeitraum bis zum ökonomischen Horizont aufgestellt werden können und allen Entscheidungen, denen Prognosen über diesen Zeitraum hinaus zugrundeliegen, wegen der Unwissenheit des Disponenten hinsichtlich der ferneren zukünftigen Geschehnisse nur sehr unvollkommen fundiert werden können, zeitigt für das hier zu diskutierende Problem folgende Konsequenzen:

1) Aus der Unkenntnis des Disponenten hinsichtlich des Ausmaßes und des Zeitpunktes des Wirksamwerdens der jeweiligen Einflußfaktoren ergibt sich zunächst als Schlußfolgerung, daß im Rahmen der langfristigen Planung deren mögliche Veränderung nicht detailliert, sondern nur pauschal Rechnung getragen werden kann.

Das gemeinhin in der Praxis vertretene Vorgehen, von der Annahme unter der Konstanz der Einflußfaktoren bzw. aufgrund einer direkten Extrapolation der bisherigen Entwicklung ermittelten Nutzungsdauer einen pauschalen "Sicherheitsabschlag" vorzunehmen, erscheint daher

als eine Methode, die - so wenig sie befriedigt - als einzig adäquat zur Berücksichtigung langfristiger Änderungen anerkannt werden muß.

Nun ergibt sich aus der Tatsache, daß der Disponent nur einen pauschalen Sicherheitsabschlag vornehmen kann, das Problem der Bemessung der effektiven Höhe dieses Sicherheitsabschlages.

Zunächst wird man annehmen können, daß alle nur denkbaren Einflußfaktoren in ihrer Gesamtheit nicht wirksam werden und es somit als gerechtfertigt erscheint, bei der Bemessung des Sicherheitsabschlages davon auszugehen, daß nur ein Teil der denkbaren, die Nutzungsdauer verkürzenden Einflüsse realiter wirksam wird. Auch werden im Einzelfall langfristige Entwicklungstendenzen möglicherweise objektive Anhaltspunkte liefern. Trotzdem bleibt aber die Festsetzung des Sicherheitsabschlages eine weitgehend subjektive Ermessensfrage¹⁾.

2) Darüberhinaus ist zur Ergänzung der ursprünglichen Planung der Nutzungsdauer auf der Grundlage langfristiger Prognosen eine Planung erforderlich, die spezifisch dem Gesichtspunkt Rechnung trägt, daß der Disponent hinsichtlich der zukünftigen Geschehnisse nur eine zeitlich durch den ökonomischen Horizont begrenzte Voraussicht

1) Die Bemessung des Sicherheitsabschlages übt einen Einfluß auf die Höhe des ausgewiesenen Periodenerfolges aus; bei Wahl eines hohen Sicherheitsabschlages wird der Abschreibungszeitraum kürzer, der periodische Anteil der Anschaffungsausgaben somit höher und ergo die Periodenerfolgssziffer in den ersten Jahren geringer als bei Wahl eines niedrigeren Sicherheitsabschlages; ist die Anlage dagegen bereits abgeschrieben, jedoch noch im Betrieb, so ist die ausgewiesene Periodenerfolgssziffer höher als bei Wahl eines niedrigeren Sicherheitsabschlages. Berücksichtigt man dagegen, daß bei einer auf lange Sicht geplanten Unternehmung in der Regel nicht nur mehrere Anlageinvestitionen gleichzeitig vorgenommen werden, sondern auch im Zeitablauf kontinuierlich investiert wird, so ist der Einfluß bei weitem nicht so gravierend, wie man es bei einer isolierten Betrachtung zunächst vermuten könnte, - Voraussetzung ist allerdings die Beibehaltung des gleichen Grundsatzes für die Bemessung des Sicherheitsabschlages.

Ungeachtet dieses Zusammenhanges zwischen der Wahl des Sicherheitsabschlages und der Höhe des Periodenerfolges wird für die Bestimmung des Sicherheitsabschlages der Gesichtspunkt maßgebend sein, daß eine zu kurz geschätzte Nutzungsdauer nicht die schwerwiegenden Folgen zeitigt, die bei einer Unterschreitung der geplanten Nutzungsdauer durch die realisierte Nutzungsdauer entstehen.

gewinnen kann.

Die Notwendigkeit zu dieser Ergänzungsplanung folgt aus dem Zweck, den die Ermittlung der optimalen Nutzungsdauer verfolgt.

Die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer stellt eine der eigentlichen Investitionsentscheidung vorgelagerte Entscheidung dar; auf der Basis der innerhalb dieses Planungsaktes vorgenommenen Entscheidung wird die Ermittlung der den jeweiligen zur Wahl stehenden Alternativen zuzuordnenden Erfolgsziffern vorgenommen. Da nun aber infolge der Unkenntnis des Disponenten hinsichtlich der langfristigen Entwicklung der Entscheidungskomponenten den Prognosebemühungen sehr enge Grenzen gesetzt sind und mithin die Bestimmung der Nutzungsdauer aufgrund der langfristigen Prognose der Entscheidungskomponenten mit einem sehr hohen Grad an Ungewißheit behaftet ist, so kann die Erfolgsziffer der einzelnen Alternative ebenfalls nur ungenau und grob umrissen werden.

Der Disponent wird deshalb zur besseren Fundierung der eigentlichen Investitionsentscheidung nicht allein das Ergebnis der ursprünglichen Planung der optimalen Nutzungsdauer zugrundelegen, sondern die Realisierung einer Wahlmöglichkeit von einer Planung abhängig machen, die sich auf eine Prognose der Entscheidungskomponenten bis zum ökonomischen Horizont stützt.

III. Die Ergänzung der ursprünglichen Planung durch eine Planung auf der Grundlage von Prognosen der Entscheidungskomponenten bis zum ökonomischen Horizont

Das Entscheidungskriterium, dem diese Methode der Planung unterliegt, ist der Gewinn, der sich bei Realisierung der betrachteten Wahlmöglichkeit bis zum ökonomischen Horizont erzielen ließe. Als optimal ist also diejenige Alternative anzusehen, die den höchsten Gewinn bis zu diesem Zeitpunkt gegenüber den anderen Wahlmöglichkeiten verspricht. Diese Methode der Planung verlangt deshalb eine Quantifizierung der Entscheidungskomponenten, der ausschließlich als Prognosezeitraum die Zeitspanne bis zum ökonomischen Horizont zugrundeliegt.

Diese Forderung bedeutet z.B. für die Entscheidungskomponente "Ab-

satzmenge", daß die Absatzmenge als voraussichtliche Absatzmenge in das Planungskalkül eingeht, die als realisierbar innerhalb dieses Zeitraums prognostiziert wird und zwar ungeachtet dessen, ob und in welcher Menge das Absatzgut jenseits des Betrachtungszeitraums auf dem Markt noch abgesetzt werden kann. Für die übrigen Entscheidungskomponenten gilt mutatis mutandis das Gleiche. Die Notwendigkeit zu einer derartigen Quantifizierung der Entscheidungskomponenten zeitigt vor allem aber hinsichtlich des hier zu diskutierenden Problems als Konsequenz, daß die von der Nutzung unabhängig anfallenden Ausgaben - die Anschaffungsausgaben und Fremdkapitalzinsen - in ihrer vollen Höhe auf den Zeitraum bis zum ökonomischen Horizont verteilt werden müssen, unabhängig davon, ob und wie lange die Anlage späterhin noch genutzt wird oder nicht.

Die Methode der Verteilung der Anschaffungsausgaben im Rahmen der mittelfristigen Planung bedeutet, daß die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer nicht mehr eine dispositive Vorentscheidung darstellt, auf der als Basis die eigentliche Investitionsrechnung aufbaut, sondern daß zur Fundierung der Investitionsentscheidung die Nutzungsdauer als ein nicht dispositiv bestimmtes Datum in die Investitionsrechnung einmündet. Eine solche Methode aber ist nicht geeignet, das hier zu diskutierende Problem in einer der Problemstellung gemäßen Weise zu lösen, das Problem der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer wird vielmehr im Rahmen der mittelfristigen Planung zugeschüttet.

Trotzdem aber erscheint eine kurze Behandlung dieser mittelfristigen Planung gerechtfertigt, weil sie die Grundlage bildet für eine Abwandlung der Wirtschaftlichkeitsrechnung, die in der Praxis in der überwiegenden Mehrzahl von Investitionsrechnungen zum Zuge kommt und die spezifisch den Schwierigkeiten, die mit der Planung der Nutzungsdauer verbunden sind, Rechnung zu tragen sucht. Der Grundgedanke dieser Abwandlung besteht darin, eine hypothetische Nutzungsdauer für jeweils zwei Alternativen zu ermitteln, bei der der Gewinn aus der Realisierung dieser oder jener Alternativen gleich hoch ist.

a) Die Methode der mittelfristigen Planung

Bevor jedoch diese Abwandlung näher beschrieben wird, sei die Methode der mittelfristigen Planung an einem für die Planung des Produktionsmitteleinsatzes typischen Beispiel demonstriert; dieses Beispiel wird ebenfalls zur Verdeutlichung der weiteren Ausführungen herangezogen.

Ein Unternehmer stehe im Rahmen der Planung des Fertigungsverfahrens vor der Wahl zwischen den Verfahren A und B. Das Verfahren A sei hochmechanisiert, Verfahren B dagegen sei weniger mechanisiert, was sich in den unterschiedlichen Anschaffungsausgaben (bei A: DM 500.000.-, bei B: DM 100.000.-) einerseits und den Betriebskosten andererseits (bei A: DM 50.000.-/Jahr, bei B: DM 150.000.-/Jahr) auswirkt. Den durchschnittlichen Ertrag habe der Disponent für die nächsten Jahre bei beiden Verfahren mit DM 200.000.-/Jahr angesetzt.

Ferner wollen wir annehmen, daß die Investition ausschließlich mit Fremdkapital finanziert werde. Die optimale Nutzungsdauer betrage unter Annahme stationärer Bedingungen im Zeitablauf für beide Anlagen 20 Jahre.

Von dieser Nutzungsdauer ist nun innerhalb der Planung auf der Grundlage langfristiger Prognosen der Entscheidungskomponenten für die möglichen, jedoch langfristig nicht quantitativ zu prognostizierenden Änderungen der Entscheidungskomponenten ein pauschaler Sicherheitsabschlag vorzunehmen, der in unserem Fall mit 30 % als angemessen erachtet werden soll. Die entsprechende Wirtschaftlichkeitsrechnung unter Zugrundelegen einer Nutzungsdauer von 14 Jahren liefert folgendes Ergebnis (Periodendurchschnittsrechnung):

	A	B
ant. Anschaffungsausgaben	35.700.-	7.100.-
Zinsen ¹⁾	8.570.-	1.710.-
Betriebs- und Reparaturkosten	<u>50.000.-</u>	<u>150.000.-</u>
Gesamtkosten/Periode	94.270.-	158.810.-
Ertrag/Periode	<u>200.000.-</u>	<u>200.000.-</u>
Periodengewinn	105.730.-	41.190.-

1) Der Kredit werde jeweils in 5 gleichen Jahresraten (nach 1, 2, ... 5 Jahren) getilgt, der Zinssatz sei 8 %.

Das Ergebnis der langfristigen Planung genügt jedoch noch nicht, um den Disponenten zur Realisierung von A zu bewegen. Er wird nur unter der Voraussetzung A präferieren, wenn der "Gewinn" aus der Realisierung von A bis zum ökonomischen Horizont den entsprechenden "Gewinn" von B übersteigt. Der ökonomische Horizont betrage 7 Jahre. Die entsprechende Wirtschaftlichkeitsrechnung kommt zu folgendem Ergebnis:

	A	B
ant. Anschaffungs- ausgaben	71.430.-	14.280.-
Zinsen	17.140.-	3.420.-
Betriebs- und Re- paraturkosten	<u>50.000.-</u>	<u>150.000.-</u>
Gesamtkosten/Periode	128.570.-	167.700.-
Ertrag/Periode	<u>200.000.-</u>	<u>200.000.-</u>
Periodengewinn	71.430.-	32.300.-

Da auch die Planung aufgrund der Prognose der Entscheidungskomponenten bis zum ökonomischen Horizont zugunsten von A ausfällt, wird der Disponent A realisieren.

b) Abwandlungen der Methode der mittelfristigen Planung

Auf dem gleichen Grundgedanken, der der Methode der mittelfristigen Planung zugrundeliegt, beruht als Abwandlung ein anderes Verfahren der Entscheidung, das speziell in der Form der Amortisationsrechnung in der Praxis als Ergänzung der ursprünglichen Planung angewandt wird.

Diese Methode der Planung umgeht ebenfalls die Schwierigkeit des Fällens einer Vorentscheidung über die Nutzungsdauer, jedoch nicht in der Weise, daß sie eine als Mindestnutzungsdauer erreichbare Nutzungsdauer als Datum in die Planung einführt, sondern die Nutzungsdauer selbst zu einer Variablen macht. Das auf diesem Grundgedanken aufbauende Verfahren der Entscheidung ist in zwei spezifischen Variationen denkbar, die im folgenden kurz dargelegt seien.

1. Die Ermittlung der "kritischen Nutzungsdauer"

Ausgangspunkt für die Bestimmung der kritischen Nutzungsdauer ist

die Ermittlung einer Reihe hypothetischer Gewinnziffern für die zur Wahl stehenden Alternativen unter Zugrundelegen jeweils verschiedener Nutzungsdauern; m.a.W. der Disponent überprüft, wie hoch der Gewinn bzw. Verlust aus den zur Wahl stehenden Investitionsmöglichkeiten sein würde, wenn eine Nutzungsdauer von 1, 2, 3 ... n Jahren realisiert würde. Die kritische Nutzungsdauer für jede Alternative ist jetzt diejenige Nutzungsdauer, die realisiert werden muß, damit der Gewinn bei Wahl dieser Alternativen gegenüber einer anderen Wahlmöglichkeit maximiert wird.

Die Möglichkeit der Bestimmung einer kritischen Nutzungsdauer setzt nun voraus, daß sich die "Gewinne" der einzelnen Alternativen bei Variation der Nutzungsdauer in einem unterschiedlichen Maße ändern; diese Voraussetzung ist jedoch immer erfüllt, da sonst kein Entscheidungsproblem auftauchen würde.

Zur Verdeutlichung sei die Ermittlung der kritischen Nutzungsdauer für das vorhin gewählte Beispiel errechnet.

Die Funktion, die die Höhe des Gewinns bzw. Verlustes bei Realisierung unterschiedlicher Nutzungsdauern der Alternative A wiedergibt, lautet:

$$Y_A = E_A \cdot x - B_A \cdot x - K_A$$

$$Y_A = (E_A - B_A) \cdot x - K_A$$

(es bedeuten: E = Periodenertrag, B = durchschnittliche Reparatur- und Betriebskosten/Periode, K = Summe der Anschaffungsausgaben und Fremdkapitalzinsen)

Entsprechend lautet die Funktion für die Alternative B:

$$Y_B = (E_B - B_B) \cdot x - K_B$$

Die kritische Nutzungsdauer ist nun durch den Schnittpunkt der beiden Funktionen bestimmt. (Es gilt also $Y_A = Y_B$).

$$(E_A - B_A) \cdot x - K_A = (E_B - B_B) \cdot x - K_B$$

$$x = \frac{K_A - K_B}{(E_A - B_A) - (E_B - B_B)}$$

Durch Einsetzen der konkreten Zahlen unseres Beispiels erhält man:

$$x = \frac{620.000 - 124.000}{(200.000 - 50.000) - (200.000 - 150.000)}$$

$$x = 4,96$$

Die Alternative A ist also der Alternative B unter der Voraussetzung vorzuziehen, daß die Nutzungsdauer von 4,96 Jahren überschritten wird. Liegt nun diese kritische Nutzungsdauer innerhalb des ökonomischen Horizontes, so ist mit dieser Rechnung gleichzeitig die Frage beantwortet, welche der Alternativen A oder B aufgrund der oben beschriebenen mittelfristigen Planung optimal ist.

2. Die Amortisationsrechnung¹⁾

Die Amortisationsrechnung, die als zweite spezielle Variante dieser Abwandlung der mittelfristigen Planung hier zu diskutieren ist und die zweifelsohne die in der Praxis am meisten verbreitete Form der Wirtschaftlichkeitsrechnung darstellt, unterscheidet sich von der vorerwähnten Methode der Ermittlung der kritischen Nutzungsdauer durch eine andere Alternativenbildung. Es wird bei dieser Methode nicht diejenige Nutzungsdauer errechnet, die überschritten werden muß, damit die aufgrund der langfristigen Planung als optimal er-

1) Während man sich im deutschen Schrifttum im allgemeinen auf die Darstellung der Amortisationsrechnung als einer speziellen Methode der Investitionsrechnung beschränkt (vgl. hierzu: Rummel, K., Wirtschaftlichkeitsrechnung, Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1936, S. 73 ff.; Schmalenbach, E., Kapital, Kredit und Zins, 2. Aufl., Op-laden 1949, S. 100 ff.; Gutenberg, E., Der Stand der wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiet der betrieblichen Investitionsrechnung, in: ZfhF 1954, S. 557, insbes. S. 560 ff.; Abromeit, H.G., a. a.O., S. 89 ff.; Schindler, H., Investitionsrechnungen..., a. a.O., S. 170; Albach, H., Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit betrieblicher Investitionen, in: ZfB 1959, S. 419 ff., insbes. S. 426/27; Koch, H., Betriebliche Planung, a. a.O., S. 119 ff.), hat man in der amerikanischen Literatur versucht, zahlenmäßige Unterlagen über die Verbreitung dieser Methode und die von den einzelnen Unternehmen gesetzten "Pay-off-Periods" zu gewinnen. Einer der schärfsten Gegner der "Pay-off-Method" ist Terborgh (vgl. Terborgh, G., a. a.O., S. 187). Siehe hierzu aber auch die umfangreichen Literaturhinweise bei Albach, H., Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, a. a.O., S. 220/21.

mittelte Alternative der anderen nächstgünstigen Alternative auch realiter Überlegen ist; die Amortisationsrechnung ermittelt vielmehr die Mindestnutzungsdauer, von der ab im Fall der Finanzierung mit Fremdkapital überhaupt ein Gewinn erzielt wird bzw. von der ab bei Finanzierung mit Eigenkapital ein Gewinn erzielt wird, der höher ist als der aus einer anderweitigen, jedoch sicheren zinsbringenden Verwendung des Eigenkapitals resultierende Gewinn ist. Diese Methode der Wirtschaftlichkeitsrechnung bestimmt also den Zeitraum, innerhalb dessen die Anschaffungsausgaben und Zinsen (entweder Habenzinsen aus anderweitiger sicherer Verwendung des Eigenkapitals oder Sollzinsen für die Inanspruchnahme von Fremdkapital) durch die "Eruttoerträge", d.i. die Differenz zwischen den Erträgen und den kurzfristige Ausgaben verursachenden Kosten, kompensiert werden; m.a.W. die Anschaffungsausgaben und Zinsen amortisiert sind.

Die entsprechende Formel lautet also:

$$D = \frac{A + Z}{E - B}$$

(D = Amortisationsdauer, A = Anschaffungsausgaben, Z = Soll- oder Habenzinsen, E = Ertrag, B = Betriebskosten)

Als Amortisationsdauer ergibt sich - legen wir wiederum das gleiche Beispiel zugrunde - für die Alternative A:

$$\begin{aligned} D_A &= \frac{A_A + Z_A}{E_A - B_A} \\ &= \frac{500.000 + 120.000}{200.000 - 50.000} \\ &= 4,13 \text{ Jahre} \end{aligned}$$

für die Alternative B:

$$\begin{aligned} D_B &= \frac{A_B + Z_B}{E_B - B_B} \\ &= \frac{100.000 + 24.000}{200.000 - 150.000} \\ &= 2,48 \text{ Jahre} \end{aligned}$$

Während A also mindestens 4,13 Jahre genutzt werden muß, um einen Gewinn zu erwirtschaften, haben sich die Anschaffungsausgaben der Anlage B in 2,48 Jahren amortisiert.

Die Tatsache, daß sich die Ermittlung der kritischen Nutzungsdauer und der Amortisationsdauer nur durch die Alternativenbildung unterscheidet und in vielen Fällen sogar identisch ist, wird durch folgende Überlegung klar:

Investitionsentscheidungen lösen angesichts der Ungewißheit ein zweifaches die Handlungstereitschaft des Disponenten hemmendes Risikobewußtsein aus. Zunächst ist die Entscheidung zu fällen, ob die Unternehmensleitung überhaupt in diese oder jene Richtung hin unternehmerisch aktiv werden soll, zum zweiten ist die beste Alternative aus den möglichen unternehmerischen Handlungsweisen zu bestimmen. Während die Ermittlung der kritischen Nutzungsdauer den Akzent auf die Fundierung der Entscheidung für eine bestimmte Alternative unter mehreren möglichen legt, also das "wie" des Handelns zu motivieren sucht, liegt das Gewicht der Amortisationsrechnung auf der Überwindung des Disponenten, überhaupt unternehmerisch tätig zu werden, denn sie sucht den Zeitpunkt zu bestimmen, bei dessen Realisierung der Gewinn aus einer bestimmten unternehmerischen Handlungsweise gleich ist dem Gewinn, der im Falle des Nichtaktivwerdens erzielt wird bzw. der aus nicht unternehmerischer Tätigkeit resultiert; dagegen ist die Ermittlung der kritischen Nutzungsdauer auf die Bestimmung des Zeitpunktes gerichtet, bei dessen Realisierung der Gewinn aus zwei alternativen unternehmerischen Handlungsweisen gleich ist.

Eine Identität beider Methoden ist für den - allerdings häufig in der Praxis vorliegenden - Fall gegeben, daß der Disponent hinsichtlich der Methode seines Handelns keine Wahlfreiheit besitzt, wenn also mit der Entscheidung über das "ob" des Handelns gleichzeitig auch die Methode des Handelns festgelegt ist. Dies ist häufig dann der Fall, wenn ein bestimmtes Programm nur durch ein einziges Verfahren verwirklicht werden kann.

Gemeinsam ist aber sowohl der Ermittlung der kritischen Nutzungsdauer wie auch der Amortisationsrechnung die grundsätzliche Methodik des Vorgehens. Beide Methoden kehren das Problem der Bestim-

mung einer optimalen Nutzungsdauer als Vorentscheidung über eine zu realisierende Wahlmöglichkeit in der ursprünglichen Formulierung einfach um. Anstatt zu fragen, wie lang voraussichtlich die Nutzungsdauer als optimal zu bemessen ist, um auf dieser Grundlage den Gewinn jeder Alternative zu bestimmen, stellen diese Methoden die Frage nach der zum Erreichen eines Gewinns von einer bestimmten Höhe notwendigen Mindestnutzungsdauer, um anhand dieses Ergebnisses retrograd wieder die Frage zu prüfen, ob diese Nutzungsdauer voraussichtlich realisierbar ist.

Diese Entscheidung wird stets dann positiv ausfallen, wenn diese Mindestnutzungsdauer innerhalb einer sog. "Sollamortisationsdauer" liegt. Diese Sollamortisationsdauer steht in einem bestimmten Verhältnis zum ökonomischen Horizont; sie ist umso kürzer, je kürzer der ökonomische Horizont ist. Für die Festlegung dieser Relation wird neben subjektiven Einflüssen vor allem die Höhe des branchenüblichen Gewinns ausschlaggebend sein¹⁾.

IV. Zusammenfassung

Die Planung der optimalen Nutzungsdauer einer Anlage, die eine Prognose der Entscheidungskomponenten über den ökonomischen Horizont hinaus erforderte, ist wegen der Unwissenheit des Disponenten hinsichtlich der Geschehnisse jenseits des ökonomischen Horizonts mit einem so hohen Grad an Ungewißheit behaftet, daß eine detaillierte Berücksichtigung der möglichen Änderung der einzelnen Entschei-

1) Der Amortisationsrechnung, deren Zweck in einer zusätzlichen Fundierung der aufgrund der langfristigen Prognose erfolgten Entscheidung des Disponenten - also ausschließlich unter einem erfolgsrechnerischen Gesichtspunkt - gesehen wurde, wird in der Literatur auch die Zwecksetzung zugeschrieben, ein Instrument für die zukünftige Gewinnsicherheitspolitik der Unternehmensleitung in dem Sinne zu sein, daß mit ihrer Hilfe ein Urteil über die zukünftige Liquidität gefunden werden könne. (Vgl. Albach, H., Rentabilität und Sicherheit als Kriterien betrieblicher Investitionsentscheidungen, a.a.O., S. 583 ff., insbes. S. 593/94.) Zweifellos ist die Kenntnis des Zeitraums, innerhalb dessen die Anschaffungsausgaben eines Investitionsobjektes in den Erlösen zurückfließen, von Bedeutung; es mögen daher im Einzelfall Liquiditätsgesichtspunkte eine Rolle bei der Anwendung der Amortisationsrechnung spielen, dennoch ist u.E. der primäre Zweck dieser Rechnung in der Mehrzahl der Fälle in einer verkürzten Optimumbestimmung zu sehen (vgl. Koch, H., Betriebliche Planung, a.a.O., S. 121).

denkungskomponentennicht möglich ist. Im Rahmen der langfristigen Planung ist daher der Ungewißheit nur in pauschaler Weise durch Vornahme eines Sicherheitsabschlags zu begegnen. Für die Bemessung des Abschreibungszeitraums dürfte dieses Verfahren im allgemeinen genügen.

Die Schaffung einer fundierten Grundlage für die eigentliche Investitionsentscheidung ist dagegen unter Zuhilfenahme dieser Methode nicht durchführbar; zu diesem der Optimumbestimmung der Nutzungsdauer übergeordneten Zweck ist eine Ergänzungsplanung durchzuführen, der ausschließlich Prognosen der Entscheidungskomponenten bis zum ökonomischen Horizont zugrunde zu legen sind.

B. Die Planung der optimalen Nutzungsdauer, die auf der Grundlage einer mittelfristigen Prognose der Entscheidungskomponenten vorzunehmen ist

Da die Probleme der Nutzungsdauerbestimmung von Anlagen, die auf einer langfristigen Prognose der Entscheidungskomponenten basiert, im vorigen sehr ausführlich dargestellt wurden, sei es im folgenden gestattet, die Probleme der Nutzungsdauerplanung, zu deren Fundierung Prognosen bis zum ökonomischen Horizont ausreichend sind, verkürzt zu beschreiben.

I. Die Prognose der Entscheidungskomponenten

Voraussetzungsgemäß führt im Rahmen dieser Planung die Prognose der Entscheidungskomponenten zu quantifizierbaren Ergebnissen von solcher Variationsbreite, daß der Disponent in die Lage versetzt wird, auf der Grundlage dieser Prognosen eine Entscheidung zu fällen. Ob und in welchem Maße der Disponent sich bei der Prognose der Entscheidungskomponenten der Methode der direkten Extrapolation der Deduktion, des Analogieschlusses oder der Induktion bedient, hängt von den bei der jeweiligen konkreten Entscheidung wirksamen Daten und den hieraus möglichen Rückschlüssen ab; es ist also nicht möglich, generaliter das Problem der Prognose zu diskutieren.

Zur Verdeutlichung der Prognosemethoden seien an dieser Stelle einmal beispielhaft die Möglichkeiten aufgezeigt, die dem Disponenten,

der die Investition eines Erdhobels zum Trassieren von Straßenbauflächen plant, zur Prognose der Entscheidungskomponente "zukünftige Absatzmenge" gegeben sind. Die Absatzmenge ist in diesem Fall durch die in Auftrag gegebenen "Straßenkilometer" bestimmt, für die der Erdhobel eingesetzt werden kann.

a) Um eine Aussage über die zukünftige Auftragslage zu treffen, kann sich der Disponent der Deduktionsmethode (d.i. die Schlußfolgerung, die aus einer in der Vergangenheit erfolgten Festlegung eines Datums für die zukünftige Entwicklung der zu prognostizierenden Größen gezogen wird¹⁾) bedienen. Aus den langfristigen Straßenbauplänen des Bundesverkehrsministeriums und der Länderministerien, die vor dem Zeitpunkt der Prognose bereits bekannt sind, kann eine Prognose der zu erwartenden Auftragshöhe für die gesamte Branche mit einem hohen Grad an Zuverlässigkeit deduziert werden.

b) Zur Verbesserung der Information kann ebenfalls der Analogieschluß (hierunter versteht man die Schlußfolgerung aus der Gegenüberstellung zweier oder mehrerer vergleichbarer Größen hinsichtlich einzelner Merkmale dieser Größen²⁾) herangezogen werden. Als Vergleichsland zieht der Disponent ein Land heran, das ungefähr die gleiche Kraftfahrzeugdichte (bezogen auf die Einwohner) aufweist wie die Bundesrepublik. Alsdann vergleicht man die Kraftfahrzeugdichte (bezogen auf die vorhandenen Straßenkilometer) der beiden Länder.

Aus dem Ergebnis dieses Vergleichs, z.B. aus dem Ergebnis, daß das hinsichtlich der Kraftfahrzeugdichte/Einwohner gleiche Land eine um 30 % geringere Kraftfahrzeugdichte/Straßenkilometer aufweist, kann die Schlußfolgerung gezogen werden, daß auch in der Bundesrepublik eine geringere Kraftfahrzeugdichte/Straßenkilometer erreicht werden wird; das bedeutet eine erhebliche Zunahme der Bautätigkeit auf dem Straßenbausektor.

c) Und schließlich wäre hier ein Induktionsschluß (eine in der Vergangenheit beobachtete Erscheinung wird auch in der Zukunft als wirksam angenommen³⁾) möglich. Aus der stetigen Zunahme des Kraft-

1) Vgl. Koch, H., Probleme unternehmerischer Prognose, a.a.O., S.

2) Vgl. Koch, H., Probleme unternehmerischer Prognose, a.a.O., S.

3) Siehe Koch, H., Probleme unternehmerischer Prognose, a.a.O., S.

fahrzeugbestandes und der schlechten Verfassung der Straßen einerseits, den ständig steigenden Unfallziffern andererseits, zieht man den Schluß, daß in Zukunft mehr Straßen als bisher gebaut bzw. ausgebaut oder verbessert werden.

Zweifellos liefert in dem hier vorliegenden Beispiel die Methode der Deduktion das verlässlichste Ergebnis, wenn auch hier - wie im vorigen Abschnitt bereits diskutiert - der Rückschluß auf den unternehmensindividuellen Auftragseingang schwierig ist. Bei der Rückführung der Branchenprognose auf die unternehmensindividuelle Prognose wird hier neben der Konkurrenzanalyse für das Einzugsgebiet der Unternehmung ebenfalls die in diesem Gebiet vorhandene Verkehrsdichte, die Bedeutung für den Durchgangsverkehr etc. zu beachten sein.

Wenn auch generelle Aussagen hinsichtlich der Zweckmäßigkeit dieser oder jener Prognosemethode nicht möglich sind, so wird dennoch in der Vielzahl der Fälle der indirekten Extrapolation gegenüber der direkten Trendextrapolation der Vorzug zu geben sein. Trotz der Schwierigkeiten, die mit der Erfassung und Quantifizierung der Einflußfaktoren verbunden sind, dürfte die Methode der indirekten Extrapolation zu genaueren Ergebnissen führen als die direkte Trendextrapolation.

Das Ergebnis der Prognose der jeweiligen Entscheidungskomponenten ist eine Skala, innerhalb der die für möglich erachtete Beschaffenheit der Entscheidungskomponente variieren kann. So kann z.B. die Prognose der zukünftigen Absatzmenge das Ergebnis liefern, daß in den nächsten 5 Jahren mit einer Absatzmenge zwischen 90 000 und 120 000 Einheiten/Jahr zu rechnen ist; hinsichtlich der Veränderung des Preises für das Produktionsmittel "menschliche Arbeit" wird z. B. eine Lohnerhöhung prognostiziert, die sich zwischen 5 und 10 % bewegt; aufgrund der Prognose des technischen Fortschritts gelangt der Disponent zu der Schlußfolgerung, daß die in Zukunft angebotenen Anlagen gleicher Zwecksetzung eine Kostensenkung um 4 - 8 %/Jahr bewirken usf.

II. Das Verfahren der Entscheidung

Die erste Stufe der Optimumbestimmung besteht in der Selektion bzw. Reduktion der für möglich erachteten Varianten der Entscheidungskomponenten.

Im Anschluß an diese Selektion ermittelt der Disponent zunächst unter Zugrundelegen der Kombination der mittleren Varianten jeder Entscheidungskomponente die optimale Nutzungsdauer; sodann vollzieht er die Optimumbestimmung auf der Grundlage der negativen Varianten und positiven Varianten der Entscheidungskomponenten. Zu einer allgemeinen Lösung des Problems der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der sich im Zeitablauf ändernden Entscheidungskomponenten ist - wie in den bisherigen Modellen - die Annahme erforderlich, daß die Änderung der jeweils betrachteten Varianten der Entscheidungskomponente in einer solchen Weise erfolgt, daß als repräsentativ für die Entwicklung der Entscheidungskomponenten - sowohl in ihrer mittleren als auch in ihrer negativen und ihrer positiven Varianten - eine stetige bzw. bereichsweise stetige Funktion herangezogen werden kann. Diese allgemeine Lösung kann aus den im Teil II dargestellten Lösungsansatz abgeleitet werden, wie kurz dargelegt sei.

a) Im "Grundmodell" des Teils II hatten wir die Nutzungsdauer einer Anlage als Funktion der anteiligen Anschaffungsausgaben bzw. der Abnahme des Wiederverkaufspreises und der Reparaturkosten bestimmt.

Die allgemeine Gleichung lautete:

$$y = f(A, R) \text{ bzw. } y = \frac{A}{x} + K + m(x - c)^b + \frac{G_1}{x_1 - t_1} + \dots + \frac{G_n}{x_n - t_n} \quad \left(\begin{array}{l} x \leq c \\ x_1 \leq +t_1 \\ x_n \leq +t_n \end{array} \right)$$

Die Entscheidungskomponenten: M (Absatzmenge), P (Preise der Produktionsmittel, der Ersatzmaterialien und Absatzgüter) und T (Stand der technischen Entwicklung) waren als konstant im Zeitablauf angenommen.

b) Die allgemeine Gleichung zur Berücksichtigung der sich im Zeitablauf ändernden Entscheidungskomponente T (Stand der Technik), die sich in einer relativen Kostenerhöhung gegenüber der jeweils besten Ersatzanlage niederschlug, lautete:

$$y = f(A, R, T) \text{ bzw.}$$

$$y = \frac{A}{x} + K + m(x - c)^b + \frac{G_1}{x_1 - t_1} + \dots + \frac{G_n}{x_n - t_n} + T' \cdot x^1)$$

Entsprechend können wir jetzt die allgemeine Ausgangsgleichung zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer formulieren:

$$y = f(A, R, T, M, P)$$

In dieser Gleichung stellen alle Größen eine Funktion der Zeit dar.

Es ist nun zu prüfen, welche Funktion die Änderung der Größen T, M und P repräsentativ wiedergibt. Als repräsentativ für die zukünftige Entwicklung dieser Entscheidungskomponenten wählen wir wiederum die Funktion:

$$y = K + m \cdot x^b$$

da hierunter sowohl der Fall einer Konstanz im Zeitablauf, als auch eine konstant, degressiv und progressiv zunehmende oder abnehmende Veränderung subsummiert werden kann.

So erhalten wir als repräsentativ für die Änderung des Standes der technischen Entwicklung:

$$y(T) = K(T) + m(T) \cdot x^{b(T)}$$

entsprechend für die Änderung der Absatzmenge und der Preise:

$$y(M) = K(M) + m(M) \cdot x^{b(M)}$$

$$y(P) = K(P) + m(P) \cdot x^{b(P)}$$

Es ist nun aber noch eine weitere Umformung der hier aufgestellten Funktionen erforderlich, da die Dimensionsgleichheit dieser Gleichungen zur Formulierung der Bestimmungsgleichung zuvor hergestellt werden muß.

Die Gleichung

$$y(T) = K(T) + m(T) \cdot x^{b(T)}$$

ist umzuwandeln in die Gleichung:

$$y(T') = K(T') + m(T') \cdot x^{b(T')}$$

T' ist die relative Kostenerhöhung, die die investierte Anlage aufgrund des technischen Fortschritts erfährt. T' wird gemessen in DM/Zeiteinheit und ist also dimensionsgleich mit A und R.

1) Die Größe T' ist nicht identisch mit dem von Terborgh verwandten Begriff "inferiority gradient", wie man zunächst vermuten könnte, sie stellt lediglich einen Maßstab für die Zunahme der "obsolescence" dar.

Zur Umformung der Gleichung

$$y(M) = K(M) + m(M) \cdot x^{b(M)}$$

empfiehlt es sich, die Veränderung der Absatzmenge und der Absatzpreise im Zeitablauf zusammenzufassen.

In der Gleichung

$$y(M') = K(M') + m(M') \cdot x^{b(M')}$$

stellt M' den Ertrag/Periode dar; die Änderung des Ertrages kann sowohl auf einer Änderung der Absatzmenge als auch auf einer Änderung der Absatzpreise basieren. Die Größe M' ist ebenfalls dimensionsgleich mit A , R und T' .

In der Gleichung

$$y(P') = K(P') + m(P') \cdot x^{b(P')}$$

sind jetzt durch die Ausklammerung der Absatzpreise lediglich die Preisentwicklung der Produktionsmittel und der Einsatzmaterialien enthalten.

Gemäß der Ausgangsbedingung, daß die optimale Nutzungsdauer diejenige unter mehreren alternativ realisierbaren Nutzungsdauern ist, bei der die Differenz der durchschnittlichen Erträge und Aufwendungen maximiert wird, können wir jetzt die allgemeine Gleichung zur Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Berücksichtigung sich im Zeitablauf ändernder Entscheidungskomponenten formulieren:

$$y = K(M') + m(M') \cdot x^{b(M')} - \left[\frac{A}{x} + K(R) + m(R) \cdot (x_c - c)^{b(R)} + K(T') + m(T') \cdot x^{b(T')} + K(P') + m(P') \cdot x^{b(P')} \right]$$

Die aus der Reduktion der Varianten gewonnenen drei alternativen Annahmen über das Maß der zukünftigen Veränderung der Entscheidungskomponenten haben zur Folge, daß das Steigungsmaß m und der Exponent b unterschiedlich sind, je nachdem, ob die mittlere, die negative oder positive Variante der Optimumbestimmung zugrundegelegt wird. Zur Optimumbestimmung auf der Grundlage der mittleren Variante jeder Entscheidungskomponente muß deshalb das Steigungsmaß m für jede Entscheidungskomponente durch m_1 ersetzt werden; der Exponent b durch b_1 . Entsprechend variiert m und b bei Zugrundelegen der negativen bzw. positiven Varianten zu m_2 bzw. m_3 und b_2 bzw.

b_3 .

Indessen wollen wir an dieser Stelle die Lösung dieser drei allge-

meinen Gleichungen nicht fortführen; eine Weiterführung verbietet nicht nur die Kompliziertheit der Rechnung, sie erscheint auch unter einem anderen Aspekt als nicht ratsam.

Die in die Gleichung einmündenden Größen sind prognostizierte Änderungen der Entscheidungskomponenten. Die Tatsache, daß mittelfristige Prognosen der Entscheidungskomponenten zu quantitativen Ergebnissen führen, darf jedoch nicht in der Weise gedeutet werden, daß eine Prognose der zukünftigen Entwicklung in so differenzierter Form möglich ist, daß stetig steigende bzw. stetig fallende Veränderungen der Entscheidungskomponenten vorausgesehen werden können. Im allgemeinen wird das Höchstmaß der Exaktheit einer Prognose in der Aussage gipfeln, daß die Veränderung einer Entscheidungskomponente mit durchschnittlich n bis m % prognostiziert wird.

Wir wollen deshalb im folgenden den Fall untersuchen, daß für die Entscheidungskomponenten eine stetige linear verlaufende Änderung prognostiziert wird.

Unter Annahme dieser vereinfachenden Bedingungen ergeben sich die folgenden 3 Bestimmungsgleichungen für die optimale Nutzungsdauer:

1) auf der Grundlage der mittleren Varianten der prognostizierten Entscheidungskomponenten:

$$y(N_1) = K(M') + m_1(M') \cdot x - \left[\frac{A}{x} + K(R) + m_1(R) \cdot x + K(T') + m_1(T') \cdot x + K(P') + m_1(P') \cdot x \right]$$

2) auf der Grundlage der negativen Varianten der prognostizierten Entscheidungskomponenten:

$$y(N_2) = K(M') + m_2(M') \cdot x - \left[\frac{A}{x} + K(R) + m_2(R) \cdot x + K(T') + m_2(T') \cdot x + K(P') + m_2(P') \cdot x \right]$$

3) auf der Grundlage der positiven Varianten der prognostizierten Entscheidungskomponenten:

$$y(N_3) = K(M') + m_3(M') \cdot x - \left[\frac{A}{x} + K(R) + m_3(R) \cdot x + K(T') + m_3(T') \cdot x + K(P') + m_3(P') \cdot x \right]$$

Die optimale Nutzungsdauer ergibt sich aus dieser Gleichung analog der im Teil II beschriebenen Methode¹⁾.

$$x(N_{opt}) = \sqrt{\frac{2A}{m(R)_n + m(T')_n + m(P')_n - m(M')_n}}$$

1) Fußn. s. S. 131

Für $n = 1$ erhalten wir die optimale Nutzungsdauer, der die mittlere Variante jeder Entscheidungskomponente zugrundegelegt ist; entsprechend ist bei der Optimumbestimmung auf der Grundlage der negativen bzw. positiven Varianten $n = 2$ bzw. $n = 3$ einzusetzen.

Das Ergebnis der drei unterschiedlichen Annahmen über die zukünftige Beschaffenheit der Entscheidungskomponenten sind drei alter-

Fußn. 1) v. S. 130

Zur Ermittlung der durchschnittlichen Reparaturkosten, der durchschnittlichen Absatzmenge etc. ist analog zum Vorgehen im I. Hauptteil wiederum von der vereinfachenden Annahme auszugehen, daß die Funktion $y = f(A, R, T, M, P)$ die Summe stetiger Funktionen darstelle, da sonst die Regeln der Infinitesimalrechnung nicht sinnvoll angewendet werden können. Dennoch kann das unter dieser Annahme erzielte Ergebnis mit recht gutem Erfolg approximativ zur Lösung praktischer Probleme verwandt werden, da wir lineare Funktionen unterstellt haben, für die gilt:

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} \rightarrow \lim_{\Delta y \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} \rightarrow \frac{dy}{dx}$$

Die Integration der Gleichung und Division durch x ergibt:

$$= \frac{A}{x} + \int_0^x \frac{K(M') + \frac{m(M')}{n} \cdot n \cdot x - [K(R) + \frac{m(R)}{n} \cdot n \cdot x + K(T') + \frac{m(T')}{n} \cdot n \cdot x + K(P') + \frac{m(P')}{n} \cdot n \cdot x]}{x} dx$$

$$y = K(M') + \frac{m(M')}{2} \cdot n \cdot x - \left[\frac{A}{x} + K(R) + \frac{m(R)}{2} \cdot n \cdot x + K(T') + \frac{m(T')}{2} \cdot n \cdot x + K(P') + \frac{m(P')}{2} \cdot n \cdot x \right]$$

Die Differenzierung nach dx und Nullgleichsetzung der 1. Ableitung ergibt:

$$y' = 0 = \frac{m(M')}{2} \cdot n - \left[-\frac{A}{x^2} + \frac{m(R)}{2} \cdot n + \frac{m(T')}{2} \cdot n + \frac{m(P')}{2} \cdot n \right]$$

$$\frac{A}{x^2} = \frac{m(R)}{2} \cdot n + \frac{m(T')}{2} \cdot n + \frac{m(P')}{2} \cdot n - \frac{m(M')}{2} \cdot n$$

$$x = \sqrt{\frac{2A}{m(R)_n + m(T')_n + m(P')_n - m(M')_n}}$$

native Nutzungsdauern¹⁾). Da nun aber die Entscheidung über die zu realisierende Nutzungsdauer einer Anlage lediglich eine der eigentlichen Investitionsentscheidung vorgelagerte Entscheidung darstellt, erhebt sich die Frage, in welcher Weise der Disponent bei der Investitionsentscheidung dieser Mehrwertigkeit Rechnung trägt.

Das bei Ungewißheit zugrundezulegende Entscheidungskriterium fordert, daß der Disponent das Gewinnmaximierungsprinzip bei der Ermittlung der Erfolgsziffer der zur Wahl stehenden Alternativen in der Weise verifiziert, daß er der Entscheidung diejenige Beschaffenheit der Entscheidungskomponenten zugrundelegt, die er erwartet bzw. - subjektiv - für am wahrscheinlichsten hält. Diese Forderung besagt für das hier zu diskutierende Problem, daß der Disponent seiner Investitionsentscheidung diejenige Nutzungsdauer zugrundelegt, die auf der Kombination der mittleren bzw. erwarteten Varianten der jeweiligen Entscheidungskomponenten basiert.

Darüberhinaus macht jedoch das Entscheidungskriterium unter Ungewißheit die Realisierung einer Wahlmöglichkeit von der Erfüllung der Sicherheitsbedingung abhängig, d.h. von der Bedingung, daß bei Wirksamwerden der negativsten Varianten jeder Entscheidungskomponente der Gewinn eine gewisse - subjektiv festgelegte - Höhe nicht unterschreitet.

Der Einfluß dieser zusätzlichen ausschließlich durch die Ungewißheit ausgelösten Bedingung sei im folgenden untersucht.

1) Für die Ermittlung des Abschreibungsbetrages/Jahr wird der Disponent im allgemeinen diejenige Nutzungsdauer wählen, die unter Zugrundelegen der Kombination der mittleren Varianten jeder Entscheidungskomponente als optimal errechnet wurde. Die Höhe der Differenz zwischen der so ermittelten Nutzungsdauer und der Nutzungsdauer, die auf der Kombination der negativen Varianten jeder Entscheidungskomponente errechnet wurde, wird ein Maßstab für die Häufigkeit und die zeitliche Aufeinanderfolge von Korrekturplanungen sein; denn es ist klar, je geringer die Differenz zwischen den für möglich gehaltenen Nutzungsdauern ist, um so geringer ist auch der Fehler, der aus einem möglichen falschen Ansatz der Nutzungsdauer in der Jahreserfolgsrechnung entsteht.

§ 4: Die Verifizierung der Bedingung der Gewinnsicherheit bei Entscheidungen über die optimale Nutzungsdauer

A. Die Notwendigkeit der Berücksichtigung der Sicherheitsbedingung bei der Entscheidung über einzelne Unternehmungsvariable

Die Bedingung der Gewinnsicherheit - so hatten wir im § 2 ausgeführt - kann nur als eine die Unternehmung ganzheitlich betreffende Bedingung interpretiert werden, d.h. der Disponent stimmt die Gesamtheit seiner einzelnen Entscheidungen in der Weise ab, daß dieser Bedingung genüge getan wird.

Für die Berücksichtigung der Bedingung der Gewinnsicherheit bei der Entscheidung über eine einzelne Unternehmungsvariable ergeben sich hieraus zwei Konsequenzen:

1) Dieser Bedingung ist bei der Einzelentscheidung nur dann Rechnung zu tragen, wenn dieser Entscheidung im Rahmen der Unternehmungspolitik ein so großes Gewicht zukommt, daß im Falle der Nichtberücksichtigung bei der konkreten Einzelentscheidung der ausbedungene Mindestgewinn nicht mehr gewährleistet ist.

Solche Entscheidungen sind z.B. die Entscheidung über eine Änderung des Absatzprogramms oder die Entscheidung, die Kapazität erheblich auszuweiten. (Dieser Entscheidung kommt dann besonderes Gewicht zu, wenn die Kapazitätsausweitung wie beim Bau eines neuen Hochofens oder einer neuen Walzstraße nur in großen Stufen vorgenommen werden kann.)

2) Daneben ist diese Bedingung zu berücksichtigen, wenn die Befolgung des Prinzips der Gewinnsicherheit bei Realisierung der spezifischen geplanten Unternehmungsvariablen gegenüber anderen zeitlich parallelen Unternehmungsvariablen mit der geringsten Gewinneinbuße verbunden ist.

So kann es sein, daß der Disponent, um sich fertigungstechnisch schneller und kostengünstiger auf ein neues Produktionsprogramm umstellen zu können¹⁾, statt eines hochmechanisierten Verfahrens

1) Pack hat für diese spezifische Elastizität den sehr anschaulichen Begriff der "Umstellungselastizität" geprägt. (Vgl. Pack, L., Die Bedeutung der Kostenelastizität für die theoretische Analyse, in: ZfB 1960, S. 600 ff. u. S. 683 ff., insbes. S. 604).

(Einsatz von Automaten) ein weniger mechanisiertes Fertigungsverfahren (Mehrzweckmaschinen) wählt, obwohl die Kosten des weniger mechanisierten Verfahrens für die prognostizierte Absatzmenge höher sind als die des hochmechanisierten Verfahrens; Voraussetzung ist jedoch, daß der aus der Wahl des Verfahrens II resultierende Kosten-nachteil und somit die Gewinneinbuße geringer ist als die Gewinneinbuße, die durch die Berücksichtigung der Bedingung der Gewinnsicherheit in gleichem Umfang bei einer anderen Einzelentscheidung entstehen würde. So werden, um ein praktisches Beispiel zu nennen, in jüngster Zeit industrielle Großaggregate, die einen hohen Energieverbrauch aufweisen, mit Feuerungsanlagen versehen, die innerhalb kurzer Frist ohne bedeutende Umstellungskosten eine Umstellung auf verschiedene Energieträger (Öl, Gas, Koks) erlauben. Auf diese Weise ist der Disponent in der Lage, sich Preisschwankungen auf dem Energiesektor anzupassen und Kostenerhöhungen auszuweichen, indem er den bisher verwendeten Energieträger durch einen billigeren Energieträger substituiert.

Es ist klar, daß es in praxi häufig sehr schwierig sein wird, aufgrund dieser beiden Kriterien festzustellen, ob und in welchem Umfang bei der konkreten Entscheidung über eine einzelne Unternehmungsvariable das Prinzip der Gewinnsicherheit zu verifizieren ist oder nicht. Im Hinblick auf das hier zu diskutierende Problem der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer aber ergeben sich aus der Bedingung der Gewinnsicherheit einige Konsequenzen, die im folgenden kurz dargestellt seien.

B. Die Verifizierung der Bedingung der Gewinnsicherheit im Rahmen der Planung der Nutzungsdauer

Die Schlußfolgerungen, die die Notwendigkeit der Berücksichtigung der Bedingung der Gewinnsicherheit für das hier zu diskutierende Problem zeitigt, sind je nach dem geplanten Anlagentyp unterschiedlich.

a) Relativ einfach lassen sich die Konsequenzen für die Anlagen aufzeigen, zu deren Nutzungsdauerbestimmung mittelfristige Prognosen der Entscheidungskomponenten erforderlich sind. Hier lautet die

Frage, ob die Erfolgsziffer, die auf der "schlechtestmöglichen", d.h. auf der Grundlage der negativen Varianten der Entscheidungskomponenten basiert, der Bedingung der Gewinnsicherheit genügt oder nicht. Für den Fall, daß bei Zugrundelegen der "schlechtestmöglichen" Nutzungsdauer ein Verlust aus der Realisierung der geplanten Unternehmungsvariablen entsteht und der Disponent diesen Verlust nicht aufgrund der bereits getroffenen Sicherheitsvorkehrungen bzw. aufgrund der Berücksichtigung der Sicherheitsbedingung bei anderen parallel geplanten Investitionen glaubt, auffangen zu können, erfordert die Sicherheitsbedingung eine Änderung der ursprünglich geplanten Unternehmungsvariablen. Diese Abwandlung hat im allgemeinen zur Folge, daß an Stelle der ursprünglich geplanten Anlage eine Anlage gewählt wird, die dieser Sicherheitsbedingung genügt (Investition einer Mehrzweckmaschine statt eines Automaten, Wahl von mehreren kleinen Aggregaten statt eines Großaggregats etc.). M.a.W.: Die Sicherheitsbedingung erzwingt eine Vorauswahl unter den zur Wahl stehenden Investitionsobjekten.

b) Gänzlich anders ist das Problem geartet bei den Anlagen, deren Nutzungsdauerbestimmung auf der Grundlage langfristiger Prognosen der Entscheidungskomponenten vorgenommen wird. Hier folgt die Notwendigkeit, Sicherheitsvorkehrungen zu ergreifen, die auf eine Verlängerung der Nutzungsdauer bei Datenänderungen zielen, aus der Tatsache, daß einerseits die Planung der optimalen Nutzungsdauer durch die Unmöglichkeit der Aufstellung langfristiger quantitativer Prognosen der Entscheidungskomponenten mit einem so hohen Grad an Ungewißheit behaftet ist, daß aber andererseits der Einsatz von Anlagen nur dann gewinnbringend ist, wenn die Anschaffungsausgaben auf eine große Anzahl von Perioden verteilt werden.

Der Disponent vermag die möglichen zukünftigen Änderungen der Entscheidungskomponenten weder in ihrem Umfang noch hinsichtlich ihres Zeitpunktes und ebenfalls nicht in ihrer Richtung gedanklich zu antizipieren. Er kann lediglich berechtigt annehmen, daß eine langfristige Konstanz bzw. eine langfristig stetige Entwicklung dieser Entscheidungskomponenten im Zeitablauf nicht realistisch ist. Hieraus folgt für die Bemessung der Sicherheitsmaßnahmen, daß diese nicht spezifisch auf eine mögliche Änderung einer bestimmten Ent-

scheidungskomponente in eine bestimmte Richtung abgestellt werden können ("gezielte Sicherheitsmaßnahmen"); der Disponent kann nur "ungezielte Sicherheitsmaßnahmen" ergreifen¹⁾. Diese ungezielten Sicherheitsmaßnahmen lassen eine Klassifizierung lediglich in der Weise zu, daß sie hinsichtlich ihrer Eignung, der möglichen Änderung einer spezifischen Entscheidungskomponente in besonderem Maße Rechnung zu tragen, eingeteilt werden können. (In diesem Sinne ist auch die im folgenden vorgenommene Systematisierung zu verstehen.)

Als den Prognosebemühungen besonders schwer zugänglich hatten sich die Entscheidungskomponenten "langfristige zukünftige Absatzmenge" und "zukünftiger technischer Fortschritt" erwiesen. Bei der Prognose der zukünftigen Absatzmenge waren wir auf 2 besondere Probleme gestoßen: a) die Prognose der zukünftigen Absatzmöglichkeit, b) die Prognose der zukünftigen unternehmensindividuellen Absatzmenge.

Ob und inwieweit der Ungewißheit hinsichtlich der Prognose dieser Entscheidungskomponenten durch den Einbau von Sicherheitsmaßnahmen Rechnung getragen werden kann, sei im folgenden untersucht.

I. Sicherheitsmaßnahmen zur Anpassung an Änderungen der Absatzmöglichkeit

Die Analyse des Zusammenhangs zwischen Nachfragezweck und Absatzmöglichkeit ergab, daß grundsätzlich eine Reihe von Absatzmöglichkeiten denkbar sind, die den gleichen Nachfragezweck befriedigen können; Maßnahmen zur Sicherung der Absatzmöglichkeit sind deshalb darauf gerichtet, Änderungen der Nachfrage nach dem geplanten Absatzgut bei grundsätzlich gleichbleibendem Nachfragezweck zu begegnen. So kann der Disponent diesem Gesichtspunkt Rechnung tragen, indem er die Anlagen von Anfang an so plant, daß die Erzeugung aller oder zumindest der meisten Produkte, die dem gleichen Nachfragezweck dienen, ermöglicht wird; oder aber es werden diejenigen Teile des Produktes, die der allgemeinen technischen Entwicklung oder der Mode in besonders starkem Maße unterworfen sind, mittels eines relativ wenig mechanisierten Verfahrens, das ihm eine mög-

1) Zum Begriff der "gezielten" und "ungezielten" Sicherheitsmaßnahmen vgl. Koch, H., Betriebliche Planung, a.a.O., S. 136 ff.

lichst große Umstellungsfähigkeit gestattet, gefertigt.

Ein besonders krasser Fall der Koordinierung von Absatzmöglichkeit und Nachfragezweck wurde vor einigen Jahren bekannt. Hier versuchte man jedoch, den Vorstoß einer neuen Absatzmöglichkeit zu verhindern. Ein Großunternehmen der Photoindustrie in den USA hatte ein Verfahren entwickelt, mittels dessen die Produktion von Farbfilmen fast genau so kostengünstig vorgenommen werden konnte wie die Produktion von Schwarz-Weiß-Filmen. Es war klar, daß bei einem Angebot dieser preisgünstigen Buntfilme die Absatzmöglichkeit von Schwarz-Weiß-Filmen abrupt abgenommen hätte. Da aber andererseits diese Unternehmung gerade neue Anlagen zur Herstellung von Schwarz-Weiß-Filmen installiert hatte und diese nicht auf die Produktion von Buntfilmen umstellen konnte, hielt sie dieses Patent noch mehrere Jahre geheim, um die Absatzmöglichkeit von Schwarz-Weiß-Filmen aufrechtzuhalten¹⁾.

Ein anderes Beispiel für den Versuch der Aufrechterhaltung einer bestimmten Absatzmöglichkeit trotz drohender Nachfrageverschiebung bietet die Entwicklung der westdeutschen Strumpfindustrie in den Jahren 1955-1959. Von 1955 an wuchs ständig die Nachfrage nach nahtlosen Damenstrümpfen. Der notwendigen Folge - dem Rückgang der Nachfrage nach Strümpfen mit Naht - versuchte man zu begegnen, indem man den Preis der nahtlosen Strümpfe trotz der etwa gleich hohen Herstellkosten relativ hoch ansetzte. Hierdurch sollten die vorhandenen Produktionsanlagen für die Strümpfe mit Naht noch weiterhin genutzt werden, da diese ebenfalls wegen des vollkommen verschiedenen Produktionsverfahrens nicht umzustellen waren.

II. Sicherungsmaßnahmen zur Aufrechterhaltung der unternehmensindividuellen Absatzmenge

Während die Einplanung der fertigungstechnischen Elastizität in erster Linie dem Streben des Disponenten dient, die Absatzmöglichkeit der sich ändernden Nachfrage anzupassen, gilt es nun darzule-

1) Entnommen einem Vortrag von O. Morgenstern, "Probleme der Einführung technischer Fortschritte in der Wirtschaft", gehalten am 1.6.1959 vor der Rechts- und Staatswissenschaftlichen Fakultät der Universität Münster

gen, in welcher Weise der Disponent spezifisch dem Umstand Rechnung trägt, daß trotz dieser - zwar nur in begrenztem Umfang möglichen - vorsorgenden Maßnahmen die langfristig zu realisierende unternehmensindividuelle Absatzmenge überhaupt nicht prognostiziert werden kann. Neben das Risiko der Abstimmung von Absatzmöglichkeit und Nachfrage tritt also noch das Risiko der Realisierung der unternehmensindividuellen Absatzmenge.

Dieses zweifach begründete Risikobewußtsein löst gerade im Hinblick auf die Realisierung der unternehmensindividuell möglichen Absatzmenge eine Aktivität seitens des Disponenten aus, derart, daß er seine im Rahmen der Absatzmöglichkeit gegebenen Absatzchancen von sich aus zu beeinflussen sucht. Diese Aktivität, die ihren Ausdruck vornehmlich in der Art und Weise des Einsatzes des absatzpolitischen Instrumentariums findet, ist für die langfristige Absatzmengenbestimmung als eine latente Reserve zu begreifen, die je nach den Schwierigkeiten, die sich dem zukünftigen Absatz entgegenstellen, mal intensiv, mal weniger intensiv aktiviert wird.

Die Einbeziehung dieser individuellen unternehmungspolitischen Aktivität erscheint deshalb notwendig, weil langfristig der Disponent nicht die Absatzmenge unter Annahme der Konstanz bzw. eines im voraus festgelegten Einsatzes des absatzpolitischen Instrumentariums prognostizieren kann; er muß vielmehr ex ante das absatzpolitische Instrumentarium als ein variables Regulativ für die Realisierung der aufgrund des vorhandenen Produktionsapparates optimalen Absatzmenge einplanen.

Das Ausmaß der Aktivität wird in erster Linie durch kurzfristige Änderungen der Daten bestimmt, so durch die Relation von möglicher Absatzmenge (Absatzmenge bei Vollauslastung der Kapazität) und der Absatzmenge, die sich bei Konstanz des bisherigen Einsatzes des absatzpolitischen Instrumentariums erzielen ließe; ferner ist sie abhängig von den Wettbewerbsverhältnissen (Übersichtlichkeit des Marktes, Preispolitik der anderen Anbieter etc.).

Nun ist aber diese unternehmungspolitische Aktivität nicht nur ein psychisches Reservoir an Ideen und möglichen Anpassungsmaßnahmen; sie ist gleichzeitig mit der Notwendigkeit verbunden, für alle zu

treffenden Maßnahmen ausreichende Geldbeträge zur Verfügung zu haben; das bedeutet, daß im Rahmen der langfristigen Finanzplanung diesem Gesichtspunkt in besonderer Weise Rechnung zu tragen ist, sei es in Form einer spezifischen Finanzreserve, sei es durch eine Berücksichtigung bei der Festlegung der allgemeinen Liquiditätsreserve.

III. Maßnahmen zur Erhöhung der Umstellungsfähigkeit auf technisch verbesserte und kostengünstiger arbeitende Anlagen

Der technische Fortschritt hat häufig die Notwendigkeit der sofortigen Außerdienststellung der bisher verwandten Anlage und Investition einer neuen Anlage zur Folge. Er ist also nicht allein ursächlich für eine Erfolgsminderung in der betreffenden Periode - in Höhe des Restbuchwerts der Altanlage wird eine Sonderabschreibung vorgenommen¹⁾ - sondern verlangt gleichzeitig innerhalb eines kurz bemessenen Zeitraums die Bereitstellung des für die Anschaffung der neuen Anlage erforderlichen Kapitals. Fallen nun für die Altanlage auch nach ihrer Außerdienststellung noch Tilgungsverpflichtungen und Zinskosten an, so wird hierdurch die zukünftige Liquidität des Unternehmens in besonderer Weise beeinträchtigt, da diesen Ausgaben nicht die entsprechenden Einnahmen aus dem Betrieb der Anlage gegenüberstehen.

Geht man von der u.E. realistischen Annahme aus, daß die Höhe des Kreditvolumens durch das Eigenkapital limitiert ist, so ist die Ausgangsposition bei Kreditverhandlungen über einen neuen Investitionskredit um so ungünstiger, je höher die derzeitigen Tilgungsverpflichtungen aus dem Kredit für die Anschaffung der Altanlage sind, da ja die Summe der in Zukunft fälligen Tilgungsleistungen aufgrund bereits beanspruchter Kredite die Kapitalstruktur verschlechtert. Im Grenzfall kann es sogar sein, daß die augenblicklichen finanziellen Möglichkeiten die Ersatzinvestition trotz der damit verbundenen Kostenersparnis überhaupt nicht gestatten.

1) Die ausgewiesene Erfolgssziffer dieser Periode ist durch die Vornahme der Sonderabschreibung unrichtig, da diese Sonderabschreibung lediglich ein Äquivalent für die in den vorausgegangenen Perioden zu wenig vorgenommenen Abschreibungen darstellt.

Will der Disponent diesen möglichen finanziellen Engpaß vermeiden, so ist er gezwungen, finanzielle Vorsorge für eine u.U. sofort notwendige Umstellung der bisherigen Unternehmungsweise auf eine neue Unternehmungsweise zu treffen.

Nun kann allerdings nicht unmittelbar und zwingend aus der Methode der Finanzierung einer einzelnen Investition auf die zukünftige Liquidität des Unternehmens geschlossen werden und ergo können für die Methode der Finanzierung einer einzelnen Investition nicht allgemeine Regeln aufgestellt werden. Trotzdem läßt aber die im vorigen vorgenommene Partialbetrachtung den Schluß zu, daß die - ebenfalls auf einer Partialbetrachtung beruhende Forderung der Finanzkongruenz, d.h. die Forderung nach Übereinstimmung von Tilgungsdauer des Investitionskredits und voraussichtlicher Nutzungsdauer einer Anlage, wegen der möglichen, jedoch unvorhersehbaren notwendigen Vornahme einer sofortigen Ersatzinvestition bedenklich ist; das Prinzip der Finanzkongruenz ist also auch von dieser Warte her als problematisch anzusehen.

Angesichts dieser aus dem technischen Fortschritt resultierenden Gefährdung des zukünftigen finanziellen Gleichgewichts¹⁾ wird der Disponent deshalb bestrebt sein, die Tilgungsausgaben von den als Abschreibung verrechneten anteiligen Anschaffungsausgaben zu lösen und den Tilgungszeitraum kürzer als die Nutzungsdauer zu bemessen. Mit dieser Maßnahme ist zwar die zukünftige Liquidität nicht gesichert, jedoch wird die Gefahr, daß neben dem Verlust aus der Ausserdienststellung der Altanlage überdies die zukünftige Liquidität in starkem Maße beeinträchtigt wird, vermindert.

1) Zum Begriff des finanziellen Gleichgewichts vgl. Gutenberg, F., I, a.a.O., S. 341 ff.

S c h l u ß b e m e r k u n g e n

Ausgehend von der Grundannahme, daß die Nutzungsdauer von Anlagen ausschließlich dispositiv bestimmbar ist, wurde im 1. Hauptteil unter der Annahme stark vereinfachter Prämissen (vollkommene Voraussicht, stationärer Datenkranz) das Problem der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer diskutiert. Die Ausarbeitung dieses Grundmodells diente als Ausgangspunkt für die weitere Diskussion des Problems, der realistischere Prämissen zugrundelagen.

Im 2. Hauptteil wurde der Versuch unternommen, die Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der Ungewißheit hinsichtlich der sich im Zeitablauf ändernden Entscheidungskomponenten durchzuführen.

Neben den Planungsüberlegungen, die auf die Verifizierung des Gewinnmaximierungsprinzips gerichtet waren, erwies es sich als zweckmäßig und naheliegend, im Rahmen der Nutzungsdauerbestimmung der Bedingung der Gewinnsicherheit als einer ausschließlich durch die Ungewißheit ausgelösten Bedingung Rechnung zu tragen.

Es ist klar, daß die Sicherheitsmaßnahmen in ihrer Gesamtheit nicht eine absolute Sicherheitsgarantie darstellen; ebenso wie diese Maßnahmen den Disponenten nicht vor Fehlentscheidungen aufgrund irriger Zukunftsvorstellungen zu bewahren vermögen, sind sie nicht in der Lage, die Folgen eventueller Fehlentscheidungen mit Gewißheit zu vermeiden. Trotz aller Bemühungen hinsichtlich einer Vervollkommen der Zukunftsvorstellung, trotz aller Sicherheitsvorkehrungen wird das unternehmerische Risiko bei Entscheidungen über zukünftig zu realisierende Handlungsweisen nicht beseitigt, sondern lediglich vermindert werden können.

Dieses trotz aller Sicherheitsmaßnahmen verbleibende Risikobewußtsein löst aber andererseits eine entgegengerichtete positive Reaktion aus, die schwerer wiegt als ihre hemmende Wirkung auf die Aktionsbereitschaft des Disponenten. Die Bereitschaft, ein Risiko auf sich zu nehmen, öffnet erst die Möglichkeit zu einer erfolgreichen unternehmerischen Initiative, nur diese Risikobereitschaft bietet letztlich die Chance zum Erfolg.

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

- Abromeit, H.G., Das Problem der Anlagenerneuerung, in: ZfB 1953, S. 93 ff.
- Albach, H., Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, Köln u. Opladen 1959
- Derselbe, Investitionspolitik in Theorie und Praxis - zu dem neuen Werk von George Terborgh "Business Investment Policy", in: ZfB 1958, S. 766 ff.
- Derselbe, Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit betrieblicher Investitionen, in: ZfB 1959, S. 419 ff.
- Derselbe, Rentabilität und Sicherheit als Kriterien betrieblicher Investitionsentscheidungen, in: ZfB 1960, S. 583 ff. u. 673 ff.
- Bauer, W., Energie - Prognose - ein Mittel der Marktmessung für die Mineralölwirtschaft?, in: Der Markt heute und morgen, Hamburg 1958, S. 59 ff.
- Baumol, W.J., Economic Dynamics, New York 1957
- Behrens, K.Chr., Marktforschung, Wiesbaden 1959
- Brandt, H., Der Restbuchwert in der Investitionsrechnung, in: ZfB 1959, S. 393 ff.
- Briel, H. v., Die Ermittlung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer von Anlagegütern, Zürich 1955
- Caplan, B., The Premature Abandonment of Machinery, in: "The Review of Economic Studies", 1939/40, Vol. 7, S. 113 ff.
- Clark, H.M., Business Acceleration and the Law of Demand; A Technical Taxtor in Economic-Cycles, in: The Journal of Political Economy, Jg. 1917, S. 217 ff.
- Eucken, W., Kapitaltheoretische Untersuchungen, Tübingen-Zürich 1954
- Euler, H., Diercks, H., Beispiele für Wirtschaftlichkeitsrechnung, in: Archiv für das Eisenhüttenwesen, 10. Jg., 1936/37, S. 275 ff., S. 327 ff., S. 525 ff.
- Fischer-Heß-Seebauer, Buchführung und Kostenrechnung, 2. Aufl., Leipzig 1940
- Fisher, I., Die Zinstheorie, Jena 1932
- Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 1. Bd.: Die Produktion, 5. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960, 2. Bd.: Der Absatz, 2. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956
- Derselbe, Der Stand der wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiet der betrieblichen Investitionsrechnung, in: ZfhF 1954, S. 557
- Hart, A.G., Risk, Uncertainty and the Unprofitability of Compounding Probabilities, in: Studies in Mathematical Economics and Econometrics in Memory of Henry Schultz, Chicago 1942, S. 110 ff.
- Hicks, J.R., The Theory of Uncertainty and Profit, in: Economica, Bd. 11 (1931), S. 170 ff.

Derselbe, Value and Capital, 2. Aufl., Oxford 1953

Hotelling, H., A General Mathematical Theory of Depreciation, in: "Journal of the American Statistical Association", 1925, Vol. 20, S. 340 ff.

Hurwicz, L., Optimality Criteria for Decision Making and Ignorance, Cowles Commission Discussion Paper (Statistics No. 370) 1951

Jacob, H., Das Ersatzproblem in der Investitionsrechnung und der Einfluß der Restnutzungsdauer alter Anlagen auf die Investitionsentscheidung, in: ZfhF 1957, S. 131 ff.

Käfer, K., Die Betriebsrechnung, Zürich 1943

Kalveram, W., Betriebsabrechnung, Wiesbaden 1949

Keynes, J.M., The General Theory of Employment, Interest and Money, London 1936

Derselbe, A Treatise on Probability, London 1948

Klinger, K., Über den Schätzungscharakter einer Ertragsvorschau - Zur Problematik der Voraussage des Zukunftsertrages, in: Neue Betriebswirtschaft 1958, S. 66 ff.

Knight, F.H., Risk, Uncertainty and Profit, Boston 1921, Wiederabdruck, 7. Aufl., London 1948

Koch, H., Betriebliche Planung, 1. Aufl., Wiesbaden 1961

Derselbe, Zur Diskussion über den Kostenbegriff, in: ZfhF 1958, S. 355 ff.

Derselbe, Probleme unternehmerischer Prognose, in: Wirtschaftsprognose und Wirtschaftsgestaltung, Berlin 1960, S. 57 ff.

Derselbe, Zur Diskussion in der Ungewißheitstheorie, in: ZfhF 1960, S. 49 ff.

Derselbe, Planung, in: HwB, 3. Aufl., III. Bd., Stuttgart 1960, Sp. 4340-4352

Derselbe, Zur Problematik des Teilwerts, in: ZfhF 1960, S. 319

Kondratieff, N.D., Das Problem der Prognose, in Sonderheit der sozialwissenschaftlichen, in: Annalen der Betriebswirtschaft, Bd. I (1927), S. 41 ff. u. S. 221 ff.

Kosiol, E., Kalkulatorische Buchhaltung (Betriebsbuchhaltung), 5. Aufl., Wiesbaden 1953

Derselbe, Anlagenrechnung, Wiesbaden 1955

Leitner, F., Die Selbstkostenrechnung industrieller Betriebe, 8. Aufl., Frankfurt/M. 1923

Lutz, F., Das Problem der Wirtschaftsprognosen, Tübingen 1955

Lutz, F. u. V., The Theory of the Investment of the Firm, Princeton 1954

Mellerowicz, K., Kosten und Kostenrechnung II, 2. u. 3. Aufl., Berlin 1958

Morgenstern, O., Wirtschaftsprognose, Wien 1928

- Moxter, A., Der Einfluß der Amortisationsgeschwindigkeit auf die unternehmerische Entscheidung, in: ZfhF 1959, S. 541 ff.
- Neumann, J. v., Morgenstern, O., Theory of Games and Economic Behavior, 3. Aufl., Princeton 1953
- Niehans, J., Zur Preisbildung bei ungewissen Erwartungen, in: Schweiz. Zeitschr. f. Volkswirtschaft u. Statistik, Jg. 84 (1948), S. 433 ff.
- Pack, L., Betriebliche Investition, Begriff - Funktion - Bedeutung - Arten, Wiesbaden 1959
- Derselbe, Die Bedeutung der Kostenelastizität für die theoretische Analyse, in: ZfB 1960, S. 600 ff. u. 683 ff.
- Preinreich, G.A.D., The Theory of Depreciation, in: "Econometrica", 1938, Vol. 6, S. 219 ff.
- Derselbe, The Economic Life of Industrial Equipment, in: "Econometrica", 1940, Vol. 8, S. 12 ff.
- Rummel, K., Wirtschaftlichkeitsrechnung, in: Archiv für das Eisenhüttenwesen, 10. Jg., 1936/37, S. 73 ff.
- Savage, L., The Theory of Statistical Decision, in: Journal of American Statistic Ass., Bd. 46 (1951), S. 57 ff.
- Schäfer, E., Grundlagen der Marktforschung, Köln u. Opladen 1953
- Schindler, H., Investitionsrechnungen in Theorie und Praxis, Meisenheim/Glan 1958
- Derselbe, Investitionsrechnung auf der Basis neuer theoretischer Erkenntnisse, in: ZfhF 1956, S. 462 ff.
- Schmalenbach, E., Dynamische Bilanz, 12. Aufl., Köln u. Opladen 1956
- Derselbe, Kapital, Kredit und Zins, 2. Aufl., Opladen 1949
- Schmitz, E., Die amtliche Kraftfahrzeug-Statistik und ihre Möglichkeiten für die Marktforschung, insbes. Teil B, Die Kraftfahrzeug-Prognose, in: Der Markt heute und morgen, Hamburg 1958, S. 106 ff.
- Schneider, D., Die wirtschaftliche Nutzungsdauer von Anlagegütern als Bestimmungsgrund der Abschreibungen, Köln u. Opladen 1961
- Schneider, E., Die wirtschaftliche Lebensdauer industrieller Anlagen, in: "Weltwirtschaftliches Archiv", 1942, S. 91 ff.
- Derselbe, Einführung in die Wirtschaftstheorie II, 6. Aufl., Tübingen 1960
- Derselbe, Wirtschaftlichkeitsrechnung, 3. Aufl., Bern-Tübingen 1961
- Schnettler, A., Das Rechnungswesen industrieller Betriebe, Wolfenbüttel 1949
- Derselbe, Betriebsanalyse, 2. Aufl., Stuttgart 1960
- Schröder, R., Prokoph, S., 10 Jahre Möbel im Bundesgebiet, Schriftenreihe des Ifo-Instituts für Wirtschaftsforschung Nr. 29, 1957
- Schulz-Mehrin, O., Die kalkulatorischen Posten (Abschreibung, Verzinsung, Unternehmerlohn, Wagnis) in der Kostenrechnung, Preiskalkulation und Erfolgsrechnung, Berlin 1943

- Shackle, G.I.S., Expectations in Economics, Cambridge 1952
- Derselbe, Uncertainty in Economics and other Reflectations, Cambridge 1955
- Taylor, J.S., A Statistical Theory of Depreciation, in: "Journal of the American Statistical Association", 1923, S. 1010 ff.
- Derselbe, A Note on the Theory of Depreciation, in: Bulletin of the American Mathematical Society, Vol. 31, 1925, S. 222 ff.
- Terborgh, G., Dynamic Equipment Policy, New York 1949
- Derselbe, MAPI, Replacement Manual, Chicago 1950
- Derselbe, MAPI, Company Procedural Manual an Equipment Analysis, Chicago 1951
- Derselbe, An Introduction to Equipment Analysis, MAPI 1956
- Derselbe, Business Investment Policy, Washington 1958
- Varga, St., Der Unternehmungsgewinn, Berlin 1957
- Virkkunen, H., Buchbesprechung zu: Honko, J., Zur Frage der Investitionskalküle und der optimalen Lebensdauer von langlebigen Produktionsmitteln, in: "IFO-Studien", 3. Jg., 1957, S. 109 ff.
- Voss, G., Langfristige Absatzprognose in der westdeutschen Holzwerkstoffindustrie, Dissertation, Münster 1961
- Wald, A., Statistical Decision Functions Which Minimize the Maximum Risk, in: Annals of Mathematics, Bd. 46 (1945), S. 265 ff.
- Derselbe, Statistical Decision Functions, New York 1950
- Wittmann, W., Unternehmung und unvollkommene Information, Köln u. Opladen 1959

L e b e n s l a u f

Am 28. September 1933 wurde ich als Sohn des Rentanten Anton Holler und seiner Ehefrau Helene, geb. Naber, in Münster/Westf. geboren. Von 1940 bis 1945 besuchte ich die Volksschule, zunächst in Münster, anschließend in Albersloh/Kreis Münster und ab Januar 1946 bis zu meiner Reifeprüfung Ostern 1954 das Hittorfgymnasium in Münster (mathematisch-naturwissenschaftlicher Zweig). Im Sommersemester 1954 begann ich das Studium der Wirtschaftswissenschaften mit dem Hauptfach Betriebswirtschaftslehre an der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster. Am 15. Dezember 1958 bestand ich hier mein Examen als Diplom-Kaufmann. Seit dem 1. Oktober 1959 bin ich als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle am Institut für Betriebsanalysen an der Westfälischen Wilhelms-Universität tätig.

Dissertations-Schnelldienst
R. M. Krupinski — Mondorf/Rhein